



Escola Politècnica Superior
d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ESTUDI DE L'ADAPTACIÓ DE LA
INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA DEL PÀRKING
D'UN EDIFICI PLURIFAMILIAR PER LA
RECARREGA DE VEHICLES ELÈCTRICS

PROJECTE FI DE CARRERA

TÍTOL: Estudi de l'adaptació de la instal·lació elèctrica pàrking d'un edifici plurifamiliar per la recarrega de vehicles elèctrics.

AUTOR: Albert Torrents Gonzalez

TITULACIÓ: Enginyeria Tècnica Industrial, especialitat en electricitat

DIRECTOR: Pere Andrada Gascón

DEPARTAMENT: Elèctric

DATA: Juny 2012



RESUM.

El següent estudi s'ha realitzat gràcies a principalment dos factors, observat des del punt de vista energètic sabem que el vehicle convencional consumeix únicament una tercera part de l'energia final, i aquesta sigui bàsicament extreta del petroli situa el sector del transport en un context de baixa eficiència i alta contaminació. I l'altre factor és que el transport actual que funciona amb motor de combustió interna és un dels principals causants del canvi climàtic ja que tenen unes elevades emissions de CO_2 i de gasos d'efecte hivernacle.

També s'ha trobat interessant gràcies a la possibilitat que obre el vehicle elèctric en la generació d'energia a partir de fonts renovables per tal d'assolir un model de transport menys generador d'emissions de gasos i de reduir la nostra elevada dependència energètica del petroli.

La finalitat d'aquest projecte és la de comparar les diferents alternatives d'instal·lació per recarregar vehicle elèctrics, la problemàtica que trobarem en cada opció i escollir la que entendríem com la millor. S'ha realitzat la instal·lació elèctrica de les diferents possibilitats, s'ha fet un estudi de costos de tots els casos, i hem escollit la millor opció.

Així com també s'ha realitzat una comparació entre vehicles convencionals i elèctrics per tal de demostrar les baixes emissions que té el VE respecte el convencional, es mostra també la eficiència del VE.

Finalment trobarem un estudi on es mostra amb quant temps es recuperaria la inversió inicial realitzada per habilitar el pàrking per carregar VE.



ABSTRACT.

The study has been conducted is interesting mainly due to two factors, observed from the energy point of view we know that the conventional car consumes only a third of final energy, and this is basically extracted from the oil sector stands transportation in a context of low efficiency and high pollution. The other factor is that the current transport that works with the internal combustion engine is one of the major cause of climate change because their high CO₂ emissions and greenhouse gases.

We also found interesting because it opens the possibility of electric vehicle in energy generation from renewable sources to achieve a transportation model generates fewer emissions and reduce our high dependence on energy oil.

The purpose of this project is to compare the different installation options for recharging electric vehicles and choose the one that we would understand as best. He has performed the electrical installation of the different possibilities, it has become a cost study of all cases and we have chosen the best option.

And also made a comparison between conventional and electric vehicles in order to demonstrate that it has lower emissions compared to conventional VE, also shows the efficiency of the VE.

Finally find a study that shows how much time would recover the initial investment made to enable the parking charge for VE.

Paraules clau:

Vehicle Elèctric	Eficiència	Emissions	Gestió intel·ligent
Càrrega	Hores Vall		



Escola Politècnica Superior
d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

ESTUDI DE L'ADAPTACIÓ DE LA INSTAL·LACIÓ ELÈCTRICA DEL PÀRKING D'UN EDIFICI PLURIFAMILIAR PER LA RECARREGA DE VEHICLES ELÈCTRICS

AGRAÏMENTS.

Agrair a la família, amics, tutor del projecte i totes les persones que m'han fet costat durant aquest temps.

A tots, moltes gràcies.

GLOSSARI.

OPEP	Organització de Països exportadors de Petroli
CARB	California Air Resources Board
VE	Vehicle Elèctric
MCI	Motor de Combustió Interna
VH	Vehicle Híbrid
IER	Institut Energies Renovables
DGT	Direcció General de Tràfic
PBP	Project Better Place
RWE	Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk
CLEPA	Comité de Liaison Européen des fabricants d'équipements et de Pièces Automóviles
V2G	Vehicle to Grid
EPA	U.S. Environmental Protection Agency
IPC	Índex Preus de Consum
SAE	Society of Automobile Engineers
ICP	Interruptor Control de Potència



ÍNDEX

RESUM.....	2
ABSTRACT.....	3
AGRAÏMENTS.....	4
GLOSSARI.....	5
ÍNDEX TAULES.....	12
ÍNDEX IL·LUSTRACIONS.....	14
ÍNDEX GRÀFIQUES.....	16
ÍNDEX D'EQUACIONS.....	17
1. MOTIVACIÓ PERSONAL.....	18
1.1. Objectius del projecte.....	18
2. INTRODUCCIÓ ALS VEHICLES ELÈCTRICS I A LES SEVES INSTAL·LACIONS.....	19
2.1. Perquè el Vehicle elèctric?.....	19
2.2. Introducció als vehicles elèctrics i híbrids.....	21
2.2.1. Vehicles elèctrics.....	21
2.2.2. Vehicles híbrids.....	22
2.3. Potencial de les fonts renovables i de la generació distribuïda per als vehicles elèctrics.....	28
2.3.1. Energia eòlica.....	28

2.3.2.	Aplicació a la càrrega del VE.....	29
2.4.	Eficiència del VE.....	31
2.5.	Fets destacats en la història dels VE.	31
2.6.	Emissions de CO ₂	37
3.	POT ESPANYA LIDERAR EL DESENVOLUPAMENT DEL SECTOR DEL VE ?.	39
3.1.	Situació actual del VE.....	39
3.2.	Iniciatives per impulsar el sector dels VE.	39
3.2.1.	Iniciatives d'impuls del VE a Espanya.....	40
3.3.	Reptes per el desenvolupament del VE.	41
3.3.1.	Desenvolupament de les bateries (energia, autonomia, vida útil i cost).	41
3.3.2.	Desenvolupament de la xarxa d'infraestructura.	45
3.3.3.	Economia del VE respecte el convencional.	46
4.	REPTES DE FUTUR PER A LA COMERCIALITZACIÓ DEL VE A ESPANYA.....	48
4.1.	La necessitat d'una mobilitat sostenible.	48
4.2.	El paper de mobilitat elèctrica.	49
4.3.	Els reptes del futur.	50
4.3.1.	Disposar d'oferta competitiva de vehicles.	50
4.3.2.	Disposar de xarxes de venda i postvenda especialitzades.	52
4.3.3.	Disposar d'infraestructures per a la recàrrega.....	53

4.3.4.	Canviar la mentalitat de la societat.....	57
5.	CÀRREGA DE VEHICLES ELÈCTRICS.....	58
5.1.	Tipus de càrrega.....	58
5.1.1.	Càrrega ultra-ràpida.....	58
5.1.2.	Càrrega ràpida.....	58
5.1.3.	Càrrega semi-lenta.....	59
5.1.4.	Càrrega estàndard o lenta.....	59
5.2.	Recàrrega a Espanya.....	62
5.2.1.	Càrrega en toma estàndard d'ús no exclusiu.....	62
5.2.2.	Toma estàndard d'ús no exclusiu amb sistema de protecció inclòs en el cable.....	62
5.2.3.	Toma de corrent especial per ús exclusiu a la recàrrega del VE.....	63
5.2.4.	Connexió CC.....	63
5.3.	Tipus de tomes de corrent.....	65
5.3.1.	Tipus 1 (Yazaki (JP)).....	65
5.3.2.	Tipus 2 (Mennekes (DE)).....	65
5.3.3.	Tipus 3 (Scame-Schneider-Legrand (IT/FR)).....	66
6.	EL VE ES CONNECTEN A LA XARXA.....	67
6.1.	Tarifes de discriminació horària.....	70
6.1.1.	TUR: Sense discriminació horària.....	70

6.1.2.	TUR: Amb discriminació horària de dos períodes (antiga tarifa nocturna).....	71
6.1.3.	TUR: Amb discriminació horària súper vall.	71
7.	DESCRIPCIÓ DE L'EDIFICI.....	73
7.1.	Ubicació.	73
7.2.	Característiques de l'edifici.	73
7.3.	Superfícies útils del Pàrking.	75
7.4.	Previsió de carregues.	76
7.4.1.	Previsió vivendes.....	76
7.4.2.	Previsió espais comuns.....	78
7.4.3.	Previsió de càrregues d'alguns VE.....	79
8.	DISENY INSTAL·LACIÓ.	80
8.1.	Problemàtica per la instal·lació.	80
8.2.	Diferents possibilitats de carregar VE en una vivenda plurifamiliar.	81
8.2.1.	Nou subministrament individual.	81
8.2.2.	Nou subministrament col·lectiu.	82
8.2.3.	Subministrament existent individual en vivenda.	83
8.2.4.	Subministrament existent col·lectiu de serveis d'aparcament.....	87
8.3.	Càlculs justificatius del material.	88
8.3.1.	Selecció del cable i dimensionat del mateix.....	88

8.3.1.1.	<i>En el cas que es tracti de nou subministrament individual.</i>	89
8.3.1.2.	<i>En el cas que es tracti d'un nou subministrament col·lectiu per VE.</i>	91
8.3.1.3.	<i>Quan es tracta d'utilitzar el subministrament ja existent individual.</i>	92
8.3.1.4.	<i>Quan es tracti d'un subministrament col·lectiu existent de serveis d'aparcament.</i>	97
8.4.	Comparativa de les opcions.	99
8.4.1.	Nou subministrament individual.	99
8.4.2.	Nou subministrament col·lectiu per VE.	101
8.4.3.	Subministrament existent individual en vivenda.	103
8.4.4.	Subministrament existent col·lectiu de serveis d'aparcament.	107
8.5.	Selecció de la millor opció.	112
8.6.	En comparació amb un vehicle MCI.	113
9.	PLEC DE CONDICIONS.	117
9.1.	Normativa a tenir en compte.	117
10.	MANTENIMENT DE LA INSTAL·LACIÓ.	118
10.1.	Manteniment per l'usuari.	118
10.2.	Manteniment per professional.	118
11.	PRESSUPOST.	119
12.	PROBLEMÀTICA, CONCLUSIONS I PROPOSTES.	120
12.1.	Problemàtica.	120



12.2.	Conclusions.....	121
12.3.	Propostes.....	122
13.	BIBLIOGRAFIA.....	123
	ANNEX A CALCULS.....	125
	ANNEX B CATÀLEG	125
	ANNEX C DIALUX	125
	ANNEX D PLÀNOLS	125

ÍNDEX TAULES

Taula 1: Tipus de bateries d'Ió – Liti.	45
Taula 2: Tipus de càrrega a utilitzar en cada situació.	61
Taula 3: Tarifes sense discriminació horària.	70
Taula 4: Tarifes amb discriminació horària de dos períodes.	71
Taula 5: Tarifes amb discriminació horària súper vall.	71
Taula 6: Superfície de la vivenda 1.	74
Taula 7: Superfície de la vivenda 2.	74
Taula 8: Superfície pàrking.	74
Taula 9: Previsió de càrregues vivenda 1.	76
Taula 10: Previsió de càrregues vivenda 2.	77
Taula 11: Coeficients de simultaneïtat.	78
Taula 12: Previsió de càrregues espais comuns.	78
Taula 13: Previsió de càrregues VE.	79
Taula 14: Seccions cable per un nou subministrament individual.	90
Taula 15: Seccions cable per un nou subministrament col·lectiu per a VE.	92
Taula 16: Distància entre la vivenda i el dispositiu.	94
Taula 17: Seccions cable quan ICP està a la vivenda i el comptador centralitzat.	94
Taula 18: Seccions cable quan comptador i ICP es troben a la vivenda.	95



Taula 19: Seccions cable quan ICP i comptador estan centralitzats.	96
Taula 20: Seccions cables quan es tracta subministrament col·lectiu de serveis d'aparcament.	98
Taula 21: Cost instal·lació per un nou subministrament individual.	100
Taula 22: Preu instal·lació d'un nou subministrament col·lectiu.	102
Taula 23: Cost instal·lació quan ICP està a la vivenda i el comptador centralitzat.	104
Taula 24: Cost instal·lació quan el comptador i ICP estan a la vivenda.	105
Taula 25: Cost instal·lació quan el comptador i ICP estan centralitzats.	106
Taula 26: Cost instal·lació quan utilitzen els serveis d'aparcament col·lectius.	108
Taula 27: Comparativa de les 6 possibilitats.	111

ÍNDEX IL·LUSTRACIONS

Il·lustració 1: Esquema d'un vehicle híbrid sèrie.	24
Il·lustració 2: Esquema d'un vehicle híbrid paral·lel.....	25
Il·lustració 3: Esquema VH amb combinació de forces de tracció.	26
Il·lustració 4: Esquema VH amb combinació de parells.	26
Il·lustració 5: Esquema VH amb combinació de parell.	27
Il·lustració 6: Esquema VH amb combinació de velocitats.	27
Il·lustració 7: : La Jamais Contente.	33
Il·lustració 8: Thomas Alva Edison, primer cotxe amb bateries Ni-Fe.	33
Il·lustració 9: EV-1.	35
Il·lustració 10: Toyota Prius.	36
Il·lustració 11: Chevrolet E-Volt.....	37
Il·lustració 12: Opel Ampera.	37
Il·lustració 13: Reptes de futur del VE.....	50
Il·lustració 14: Segmentació i necessitats de càrrega de VE.	56
Il·lustració 15: Càrrega en toma estàndard d'ús no exclusiu.	62
Il·lustració 16: Toma estàndard d'ús no exclusiu amb sistema de protecció inclòs en el cable.	62
Il·lustració 17: Toma de corrent especial per ús exclusiu a la recàrrega del VE.	63



Il·lustració 18: Toma de corrent amb connexió CC.....	63
Il·lustració 19: Toma Yazaki.	65
Il·lustració 20: Toma Mennekes.	65
Il·lustració 21: Toma Scame-Schneider-Legrand.....	66
Il·lustració 22: Hores diàries de vall i punta.	71
Il·lustració 23: Hores diàries de punta, pla i súper vall.	72
Il·lustració 24: Emplaçament de l'edifici.....	73
Il·lustració 25: Pàrking.	75
Il·lustració 26: Nou subministrament individual.	81
Il·lustració 27: Nou subministrament col·lectiu per VE.....	82
Il·lustració 28: Subministrament existent individual en vivenda.....	83
Il·lustració 29: Comptador centralitzat i ICP a la vivenda.	84
Il·lustració 30: Comptador i ICP a la vivenda.....	85
Il·lustració 31: Comptador i ICP centralitzats.....	86
Il·lustració 32: Subministrament existent col·lectiu de servies d'aparcament.....	87

ÍNDEX GRÀFIQUES

Gràfica 1: Evolució dels gasos d'efecte hivernacle per sectors.	19
Gràfica 2: Emissions CO ₂ entre un Vehicle MCI i un VE.	20
Gràfica 3: Eficiència dels diferents tipus de vehicles.	20
Gràfica 4: Potència eòlica instal·lada (MW).	29
Gràfica 5: Emissions de CO ₂ per cada 100km.	38
Gràfica 6: Ranking punts recàrrega instal·lats.	64
Gràfica 7: Tipus d'instal·lació i finançament.	64
Gràfica 8: Recàrrega en hores punta.	68
Gràfica 9: Recàrrega en hores vall sense gestió intel·ligent.	69
Gràfica 10: Recàrrega en hores vall amb gestió intel·ligent.	70

ÍNDEX D'EQUACIONS.

Equació 1: Formula per calcular la potència d'un edifici.	78
Equació 2: Formula per saber el temps de càrrega en cas que el VE no estigui totalment descarregat.	79
Equació 3: Formula per calcular la intensitat en el criteri d'escalfament.	88
Equació 4: Formula per calcular la caiguda de tensió C.d.T.	89
Equació 5: Formula per calcular ICP trifàsic.	108
Equació 6: Formula per calcular la potència consumida diàriament.	109
Equació 7: Formula per calcular la potència consumida mensualment.	109
Equació 8: Formula per calcular el cost de la recàrrega d'un VE durant 2 mesos.	110
Equació 9: Formula per trobar la potència consumida per una vivenda en 2 mesos..	110

1. MOTIVACIÓ PERSONAL.

El deteriorament del medi ambient, fa necessari treballar en temes relacionats amb el consum d'energies renovables, menys contaminants, que les energies utilitzades de forma majoritària en l'actualitat.

El sector del transport és el sector amb un creixement més ràpid d'emissions de gasos d'efecte hivernacle i, per això, des de fa uns anys, qüestió de la lluita contra el canvi climàtic, diversos països europeus han posat en marxa programes i estratègies per promocionar els vehicles elèctrics.

Els cotxes elèctrics i híbrids emblema de mitjà de transport no contaminant, han protagonitzat una progressió degut a les millores en tecnologia, la reducció de costos i, sobretot per l'interès mostrat per les persones i per les administracions públiques de diferents països, en forma d'ajudes i subvencions per als consumidors d'aquest tipus de vehicles.

És per fer una petita aportació al món dels vehicles elèctrics, menys contaminants, i també a les instal·lacions que aquests requereixen per ser introduïts a la societat moderna de manera còmode, com també reforçar coneixements adquirits durant la carrera, són factors que em semblen molt interessants i els que m'han motivat a realitzar aquest projecte.

1.1. Objectius del projecte.

Aquest projecte té per objectiu proposar solucions, tècnica i econòmicament viables per facilitar la recarrega dels vehicles elèctrics i híbrids *plug-in* en els pàrkings dels edificis plurifamiliars. Això s'ha de fer aprofitant la instal·lació elèctrica de la qual disposa ja l'edifici.

S'haurà de fer el disseny, dimensionament i càlcul de la instal·lació elèctrica del pàrking, buscant sempre la opció més viable i senzilla. Es realitzarà també la valoració i dimensionat d'equips de protecció i cada un dels sistemes necessaris per la zona del pàrking.

A més, aquest projecte complirà la normativa vigent tant en el que es refereix a instal·lacions elèctriques com en els equips de protecció i també la normativa referent a pàrkings.

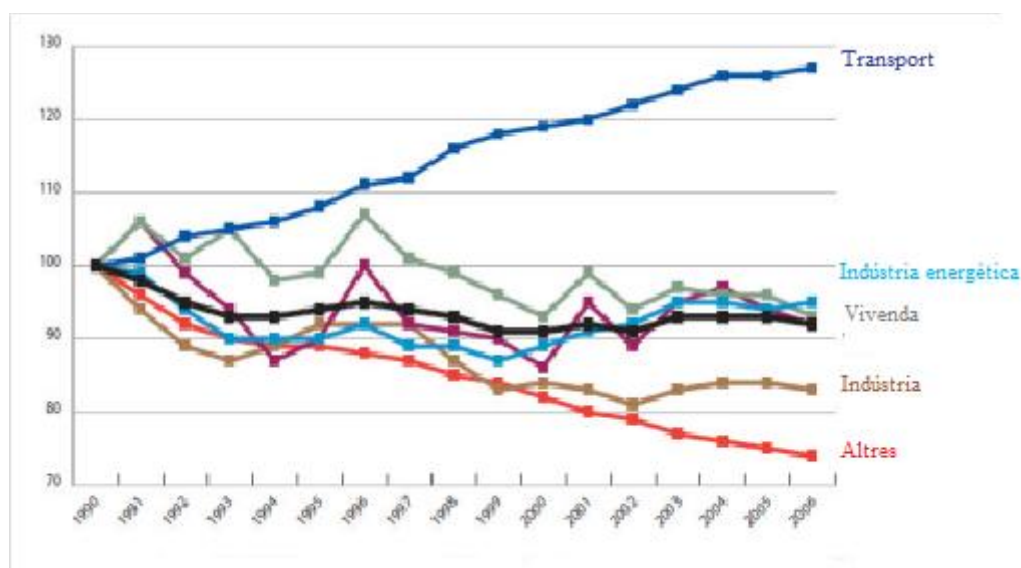
2. INTRODUCCIÓ ALS VEHICLES ELÈCTRICS I A LES SEVES INSTAL·LACIONS.

2.1. Perquè el Vehicle elèctric?

Per que el preu del petroli cada vegada és més elevat, fins al punt que la crisi financera que va explotar el 2009 va ser conseqüència de l'augment del preu del barril, el qual va arribar a un màxim històric de 147 dòlars el juliol del 2008.

També és degut a la gran quantitat d'emissions de CO₂ que provoquen els vehicles, ja que el transport va ser el responsable del 25% de les emissions de CO₂ al 2005 a la UE, i es creu que de seguir a aquest ritme les emissions del transport podrien arribar a ser el total permès el 2050. Sabem que un litre de gasolina és igual a 2,35kg·CO₂ i que un litre de gasoil equival a 2,70kg·CO₂.

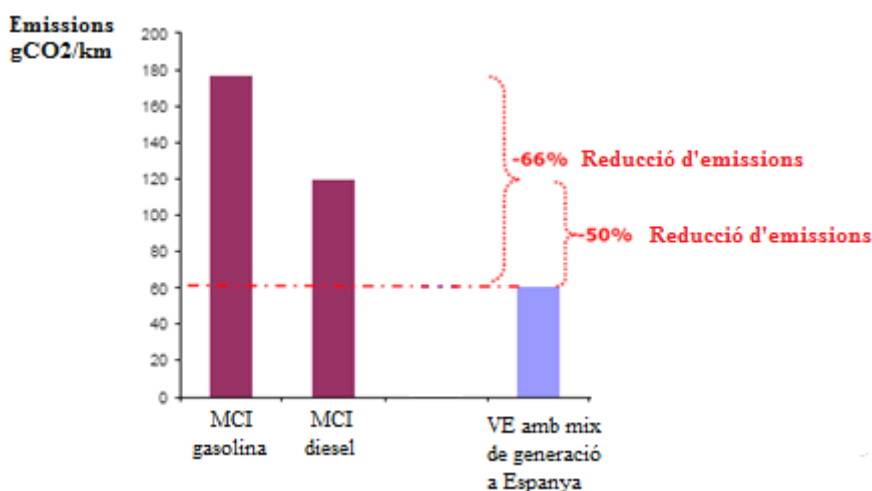
El sector del transport a la UE, en comparació amb els nivells de 1990 presenta una taxa de creixement de gasos d'efecte hivernacle molt més elevada que la resta d'usos finals.



Gràfica 1: Evolució dels gasos d'efecte hivernacle per sectors.

A Europa el 23% de les emissions al 2007 són degudes al transport per carretera

El VE a Espanya igual que a tot Europa representa una reducció efectiva d'emissions respecte als vehicles convencionals.



Gràfica 2: Emissions CO₂ entre un Vehicle MCI i un VE.

Es creu que el volum de CO₂ evitat gràcies al VE al 2020, degut al desplaçament del vehicle de MCI, serà d' entre 2,64 i 2,84 MtCO₂.

Una altre raó seria que l'eficiència del VE és superior a la dels de MCI,

Vehicle Gasolina	Planta a Diposit $\eta = 80\%$ 274g.CO ₂	Diposit a Rodes $\eta = 18\%$ 1.219g.CO ₂	$\eta = 14\%$ 1.490g.CO ₂ /1kWh
Vehicle Diesel	Planta a Diposit $\eta = 80\%$ 297g.CO ₂	Diposit a Rodes $\eta = 22\%$ 1.082g.CO ₂	$\eta = 18\%$ 1.380g.CO ₂ /1kWh
Vehicle elèctric Bat. Plom	Planta a Diposit $\eta = 37\%$ 640g.CO ₂	Diposit a Rodes $\eta = 60\%$ 0g.CO ₂	$\eta = 22\%$ 640g.CO ₂ /1kWh
Vehicle elèctric Bat. Liti	Planta a Diposit $\eta = 37\%$ 540g.CO ₂	Diposit a Rodes $\eta = 72\%$ 1.082g.CO ₂	$\eta = 27\%$ 540g.CO ₂ /1kWh

Gràfica 3: Eficiència dels diferents tipus de vehicles.

Finalment, la introducció del VE pot ser una manera de potenciar més les energies renovables.

2.2. Introducció als vehicles elèctrics i híbrids.

Durant més de 100 anys, la font d'energia utilitzada en els cotxes ha sigut el motor de combustió.

Els dissenys actuals sobre el cotxe elèctric estan encaminats a reduir parcial o totalment la participació del MCI com a font d'energia en els cotxes.

Entre els components dels cotxe híbrids i dels cotxes elèctrics trobarem, una bateria que emmagatzema l'energia, un motor elèctric de propulsió, un generador, una transmissió mecànica i un sistema de control.

La electricitat ha sigut utilitzada com a font d'energia per la tracció de vehicles de transport públic com és el cas del ferrocarril, el metro o el tramvia; no obstant, actualment el concepte de vehicle elèctric (VE) s'utilitza normalment quan ens referim a vehicles automòbils de tracció elèctrica independents a la xarxa de distribució d'electricitat.

2.2.1. Vehicles elèctrics.

El vehicle elèctric, és sobre tot, una solució a diversos problemes que ens preocupen avui en dia i que podrien ser molt pitjors en el futur.

Un vehicle elèctric és tot aquell que recorre a l'energia elèctrica per a la seva propulsió. I aquesta energia l'emmagatzemen en bateries o en una cel·la de combustible d'hidrogen. Amb aquest tipus de tecnologia s'han aconseguit unes autonomies limitades, trobariem l'autonomia mitja al voltant del 120 km, en aquest tipus de vehicles el 46% de l'energia alliberada per les bateries serveix per moure el vehicle, el que indica una eficiència d'entre el 10-30% superior respecte del vehicle convencional amb motor d'explosió.

L'existència de vehicles elèctrics que es puguin recarregar mitjançant un endoll, que no contaminin les ciutats, silenciosos, amb una autonomia suficientment alta i que fins i tot facin baixar el preu de l'electricitat és una realitat emergent.

Trobem dos grups de vehicles elèctrics:

- Vehicle elèctric de bateria.
- Vehicle elèctric d'autonomia estesa.

2.2.1.1. *Vehicles elèctrics de bateria.*

Aquests vehicles estan propulsats únicament per un motor elèctric. La font d'energia prové de l'electricitat emmagatzemada a la bateria que s'ha de carregar de la xarxa.

2.2.1.2. *Vehicles elèctrics d'autonomia estesa.*

Tenen les mateixes característiques que els vehicles elèctrics de bateria però porten, a més, un MCI que funciona com a generador.

Utilitzar el MCI per alimentar un generador elèctric que carrega la bateria del sistema en un procés lineal.

2.2.2. Vehicles híbrids.

Un vehicle híbrid combina un motor tradicional, de combustió interna, amb tracció elèctrica. El motor tradicional acostuma ha ser de gasolina degut a que és menys lleuger i senzill. Els vehicles híbrids consisteixen en: a baixes velocitats funciona el motor elèctric mitjançant l'electricitat emmagatzemada a les bateries, i quan es necessita més potència s'utilitza el motor convencional.

A diferència dels vehicles purament elèctrics, hi ha vehicles híbrids que no requereixen connectar-se a la xarxa per recarregar les bateries, el generador i els frens regeneratius s'encarreguen de mantenir-les carregades.

Trobarem tres tipus de VH:

- Vehicle híbrid "lleuger".
- Vehicle híbrid.
- Vehicle híbrid endollable.

2.2.2.1. *Vehicle híbrid "lleuger".*

Models en els quals el motor deixa de funcionar quan el vehicle es para i proveeix energia addicional quan s'accelera. La reducció del consum de gasolina és del 10% aproximadament.

2.2.2.2. *Vehicle híbrid.*

Utilitzen únicament com a font energètica el combustible i no permet la carrega de la bateria mitjançant una font exterior d'electricitat. A diferència del VE pur, la seva bateria no té com a missió emmagatzemar una gran quantitat d'energia, sinó que, està intervenint en cicles de càrrega i descàrrega. La reducció del consum de gasolina està entre el 25% i el 40%.

La bateria es pot carregar mitjançant el motor de gasolina o el fre regeneratiu.

Els vehicles híbrids, es diferencien dels híbrids lleugers, en que tenen la capacitat d'activar el funcionament elèctric de forma voluntària.

2.2.2.3. *Vehicle híbrid endollable.*

Aquests vehicles combinen un MCI amb una bateria i un motor elèctric. El MCI i/o el motor elèctric impulsen el vehicle en una configuració sèrie o paral·lel.

Cohabiten dues fonts exteriors d'energies, provinents dels combustibles que permeten moure el motor tèrmic, i de l'electricitat subministrada per la xarxa que permet recarregar la bateria.

Normalment, el MCI és més petit que el que porten els cotxes convencionals i fins i tot el híbrids.

Les bateries es poden carregar mitjançant:

- Motor de gasolina.
- Fre regeneratiu.
- Connectant el vehicle a un punt de recarrega.

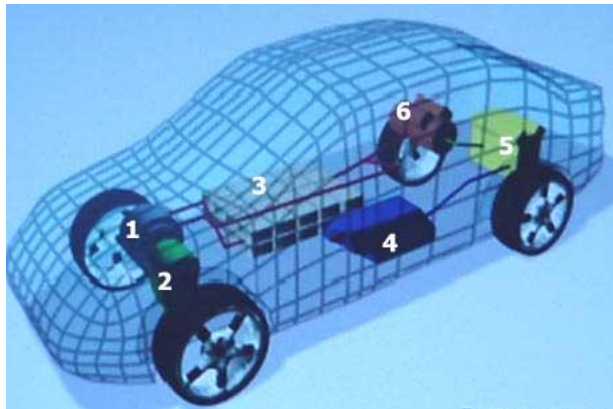
Trobarem dos tipus de VH endollables:

- **Vehicles híbrids sèrie.**
- **Vehicle híbrid paral·lel.**

2.2.2.3.1. VEHICLE HÍBRID SÈRIE:

Utilitzen el motor de combustió interna acoblat a un generador, el que produeix electricitat per al motor elèctric que acciona el gir de les rodes. Al estar el MCI desacoblat de la tracció, és possible que operi a una velocitat constant pròxima al seu punt òptim en termes d'eficiència i emissions, mentre carrega les bateries.

El motor de gasolina, fa que el generador giri i aquest carrega les bateries, les bateries donen força al motor elèctric perquè, aquest, faci donar voltes a la transmissió generant així el moviment del vehicle. En aquest sistema el motor de gasolina, no mou directament el vehicle. I la transmissió és similar a la d'un vehicle elèctric (no té engranatges de canvi).



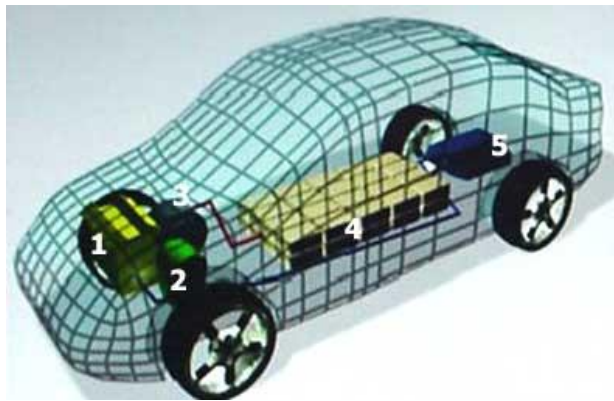
- 1]Motor elèctric.
- 2]Transmissió d'un sol canvi.
- 3]Paquet de bateries.
- 4]Dipòsit de gasolina.
- 5]Motor de gasolina.
- 6]Generador

II·lustració 1: Esquema d'un vehicle híbrid sèrie.

2.2.2.3.2. VEHICLE HÍBRID PARAL·LEL.

Utilitzen tant el MCI com el motor elèctric per accionar la tracció, assignant l'energia de cada un en funció de les condicions de conducció. En aquest sistema el MCI pot accionar la tracció al mateix temps que recarrega les bateries. Són el tipus de VH més populars i sobre els que més s'investiga.

Tenen un tanc de gasolina que alimenta al motor de gasolina convencional, i un grup de bateries que donen potència al motor elèctric, tots dos motors poden moure la transmissió i fer girar les rodes al mateix temps.



- 1]Motor gasolina.
- 2]Transmissió convencional.
- 3]Motor elèctric.
- 4]Paquet de bateries.
- 5]Dipòsit de gasolina.

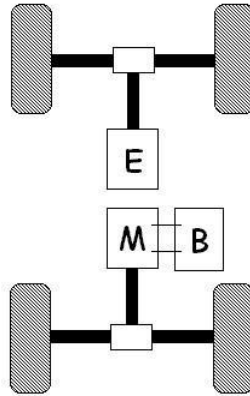
Il·lustració 2: Esquema d'un vehicle híbrid paral·lel.

Podem categoritzar quatre tipus de vehicles híbrids paral·lel:

- **Combinació de forces de tracció.**
- **Combinació de parells.**
- **Combinació de parell a l'eix.**
- **Combinació de velocitats.**

2.2.2.3.2.1. Combinació de forces de tracció.

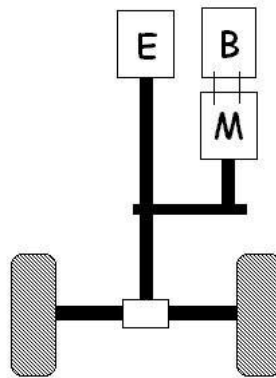
El parell produït en cada motor es entregat a diferents parell de rodes, per exemple, el motor elèctric entrega parell a les rodes del darrere i el motor de gasolina dona energia a les del davant.



Il·lustració 3: Esquema VH amb combinació de forces de tracció.

2.2.2.3.2.2. Combinació de parells.

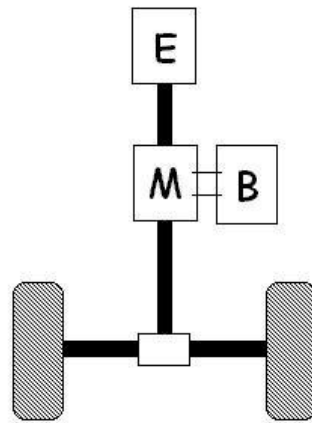
El parell dels dos motors és combinat mitjançant un arregló d'eixos abans de ser aplicat a la transmissió.



Il·lustració 4: Esquema VH amb combinació de parells.

2.2.2.3.2.3. Combinació de parell a l'eix.

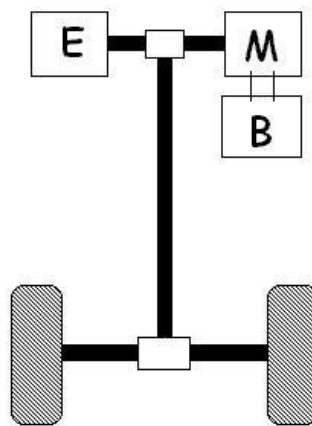
El parell dels dos motors és combinat en un mateix eix abans de ser aplicat a la transmissió.



Il·lustració 5: Esquema VH amb combinació de parell.

2.2.2.3.2.4. Combinació de velocitats.

Tots dos motors treballen a velocitats diferents, i els seus respectius parells són acoblats en una complexa caixa d'engranatges abans de la transmissió.



Il·lustració 6: Esquema VH amb combinació de velocitats.

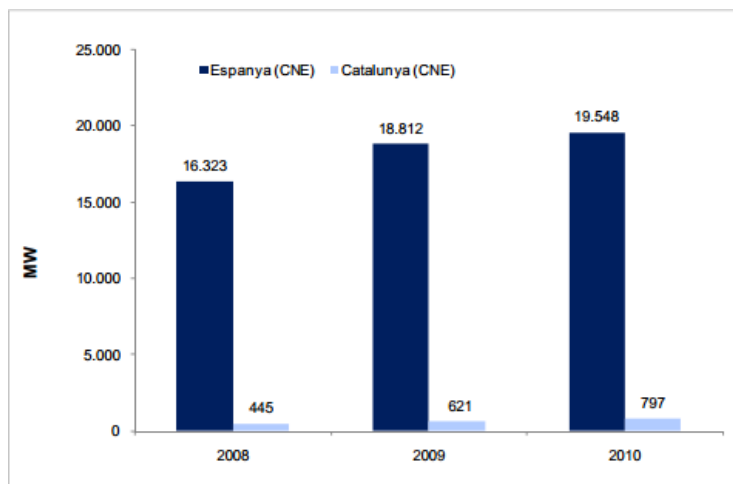
2.3. Potencial de les fonts renovables i de la generació distribuïda per als vehicles elèctrics.

Fins el moment actual, la combinació de fonts de generació d'energia a Catalunya presenta un fort contingut convencional. Una comparació amb les previsions del Pla d'energia de Catalunya indica que s'està més en línia amb l'escenari base que amb l'escenari intensiu en renovables IER. Per tant, de seguir amb la tendència actual, es pot afirmar que l'energia serà de tipus convencional. Això no obstant, cal dir que, d'acord amb la voluntat de compliment de l'escenari IER del pla d'energia, l'esforç que cal fer en aquest anys hauria de fer canviar aquella tendència. Cal recordar que, d'acord amb el pla, encara queda un bon marge de compliment pel que fa a l'energia eòlica, i si bé aquesta tecnologia encara gaudeix d'un elevat potencial, també presenta algunes particularitats que s'han de considerar.

2.3.1. Energia eòlica.

Darrerament s'ha argumentat bastant sobre la possibilitat que els processos de càrrega dels vehicles elèctrics fossin procedents del potencial eòlic ja existent o del nou pendent d'instal·lar. Aquesta tendència es pot explicar per tres fets importants:

- L'augment important d'energia eòlica produïda a l'Estat espanyol el 2008.
- El volum de generació important en hores nocturnes que podria resultar ociosos: són hores vall de baix consum en relació amb el dia.
- El fet de disposar d'una massa crítica, arreu de l'Estat espanyol, que permeti l'obtenció d'uns nivells significatius d'energia.



Gràfica 4: Potència eòlica instal·lada (MW).

No obstant, l'energia eòlica presenta una sèrie de problemes que no es poden obviar:

- Una producció molt variable d'energia, és a dir, no presenta una generació tan constant i previsible com la tèrmica o la nuclear. Aquest fet implica que no és fàcil garantir uns mínims d'energia en el moment que calgui consumir-la.
- Manca de capacitat d'emmagatzematge.
- Una predicció meteorològica del potencial més difícil.
- Dispersió geogràfica important dels parcs de generació.
- Necessitat de creació de xarxa d'alta tensió per evacuar l'energia generada.
- Problemes de gestió tècnica dels parcs. Comportament en front de les pertorbacions de tensió de la xarxa.

2.3.2. Aplicació a la càrrega del VE.

2.3.2.1. Energies convencionals més eòlica.

Aprofitar l'energia en hores vall que el sistema centralitzat pot subministrar. En aquest cas, és evident que l'energia aportada per les centrals convencionals més l'aportament de l'eòlica poden cobrir la demanda del cotxe elèctric dins l'estadi inicial.

Tot i que l'energia nuclear, al funcionar en règim de base, pot proporcionar la cobertura en hores vall, cal aprofitar les centrals de cogeneració existents a Catalunya. Pot recordar-se que l'any 2007 hi havia 985 MW instal·lats amb una generació de 5.283 MWh.

2.3.2.2. *Utilització de tecnologies de generació distribuïda convencionals i renovables.*

Dintre d'aquestes les que tindrien mes possibilitats serien:

- Solar fotovoltaica: Tot i ser la més desenvolupada, s'ha de tenir en compte que l'estat actual de la tecnologia representa ocupar una superfície aproximada de 4 places de aparcament per alimentar la càrrega d'un vehicle amb una bateria de 20 kWh. Per tant, és difícilment justificable a nivell de costos i superfície. Per una altra banda cal un element intermedi d'acumulació.
- Microeòlica: És una bona tecnologia, però encara es troba en desenvolupament. Es comencen a veure equips de 2 a 5 kW de potència, que amb una ràtio de 2.500 hores/any podrien generar entre 5.000 i 12.500 kWh anuals.
- Microturbines: No seria el cas, la part més important de la turbina és justament l'aprofitament dels gasos d'escapament, cosa que no seria factible en el procés de càrrega de vehicles.
- Motors tèrmics: Seria la forma de tenir una generació constant de suport que proporcionés una autonomia en moments puntuals, tot i no ser renovable.

Per tant, les solucions més adequades serien:

- Fer instal·lacions mixtes que permetin, en un moment determinat, commutar de la xarxa elèctrica a les bateries d'emmagatzematge de l'energia renovable produïda, o bé, a l'inrevés.
- Fer instal·lacions amb generació distribuïda que puguin treballar de forma autònoma, és a dir, microxarxes de càrrega de vehicles elèctrics.
- Instal·lacions aïllades en aquells llocs on no arribin les xarxes de distribució.

No obstant, cal dir que s'espera un important desenvolupament tecnològic dels generadors i molt especialment dels sistemes d'emmagatzematge. És aquest el punt crític per fer un ús de les fonts renovables, si bé s'ha d'aconseguir una relació prestació/costos que ho faci viable.

2.4. Eficiència del VE.

En la determinació de l'eficiència d'un VE, depèn principalment d'on s'ha tret l'energia elèctrica, ja que una central tèrmica pot tenir una eficiència una mica superior al 50%, però en el cas de les energies renovables es considera una eficiència del 100%, donat que no importa perdre energia quan es tracta de vent o rajos solars.

El VH, que disposa d'un motor elèctric a part del convencional, contribueix a la millora de l'eficiència energètica fins arribar a nivells del 30%.

En el cas del VE, les estimacions mostren una eficiència d'un 77% si l'electricitat prové plenament de les energies renovables i d'un 42% si el mix de generació elèctrica està basat en el gas natural. Es a dir, en el pitjor dels casos, amb una quantitat d'energia equivalent un cotxe elèctric podria recórrer gairebé el doble de quilometres que un de gasolina, si més no des del punt de vista de l'eficiència energètica.

La eficiència del vehicle híbrid endollable, donat que és una combinació entre motor convencional i elèctric tindrà una eficiència mixta entre el 31 – 49%.

2.5. Fets destacats en la historia dels VE.

1712 Màquina de vapor de Thomas Newcomen

1769 Nicolas Joseph Cugnot, primer vehicle autopropulsat a vapor

1776 Màquina de vapor de Bolton/Watt

1800 Alessandro Volta, primera bateria primària.

1801 Robert Trevithick, primer tricicle a vapor

1821 Michael Faraday demostra principi del motor elèctric

1834 Thomas Davenport, primera demostració de vehicle elèctric

1839 William Grove, principi de funcionament de las piles de combustible d'hidrogen

1859 Gaston Planté, primera bateria secundària

1869 Zenobe Theophile Gramme, primer motor de c.c. pràctic

1874 David Salomons, vehicle elèctric amb bateria secundària

1876 Nikolaus Otto, motor de combustió interna de 4 temps

1880-1881 Vehicles elèctrics de Camille Faure, Gustave Trouvé, Jules Raffard i Charles Jeantaud (França)

1882 Tricicle elèctric de William Ayrton and John Perry (U.K.)

1882 Thomas Alva Edison, primera Central elèctrica Pearl Street, New York

1885 Otto Titus Blathy, Miska Deri and Karoly Zipernowsky, primer transformador elèctric

1885 Karl Benz, primer tricicle amb motor de combustió interna

1891 Michael Von Dolivo Dobrowolski, primer motor d'inducció trifàsic de gàbia d'esquirol

1892 Rudolph Diesel, motor de combustió interna amb ignició per compressió

1895 Dureya Brothers, primers fabricants de vehicles amb motors de combustió interna als USA

1898 El mot automòbil és utilitzat per primer cop en el Pall Mall Gazette de Londres

1899 Saló de l'automòbil de Paris la casa Pieper de Lieja (Bèlgica) presenta el primer vehicle híbrid paral·lel i Vandevelli and Priestly Carriage Co. El primer vehicle híbrid tipus sèrie. Camille Jenatzy supera els 100km/h amb un vehicle elèctric "La Jamais Contente"



Il·lustració 7: : La Jamais Contente.

1900 Als USA es fabriquen 4200 automòbils: 40% de vapor, 38% elèctrics i 22% de benzina. El 90% dels taxis de Londres i Nova York són elèctrics

1901 Thomas Alva Edison, bateries de Ni Ferro (no van ser operatives fins 1909)



Il·lustració 8: Thomas Alva Edison, primer cotxe amb bateries Ni-Fe.

1909 Apareix el Ford T (es va fabricar durant 19 anys i s'han van fer més de 15 milions d'unitats)

1911 Es funda la Electric Vehicle Association per la promoció dels automòbils elèctrics.

1911 Charles Kettering inventa el motor d'engegada elèctric pels vehicles amb motor de combustió interna

1912 Als USA es venen 900000 automòbils de benzina i 30000 vehicles elèctrics de 20 fabricants diferents.

1912 Henry Ford introdueix la línia de fabricació continua.

1914 Comença la Primera Guerra Mundial (massiva utilització de camions amb motor de combustió interna)

1917 França ordena aturar tots els vehicles privats de combustió interna per estalviar benzina per interessos de guerra.

1921 Pràcticament tots els vehicles de vapor i elèctrics desapareixen del mercat.

1928 Ford introdueix el model A

1929 La gran depressió porta al tancament dels darrers fabricants de vehicles elèctrics als USA i a Europa

1930 A U.K. comencen a utilitzar-se vehicles elèctrics per les flotes de repartiment de llet, carbó etc.

1935 Als USA prop de 3 milions d'automòbils van equipats amb radio

1939-1945 Segona Guerra Mundial, les restriccions de benzina fan que en els països en conflicte (especialment Alemanya, U.K. i Japó) s'utilitzin vehicles elèctric per activitats civils.

1959 Thomas Bacon desenvolupa la primera pila de combustible operativa

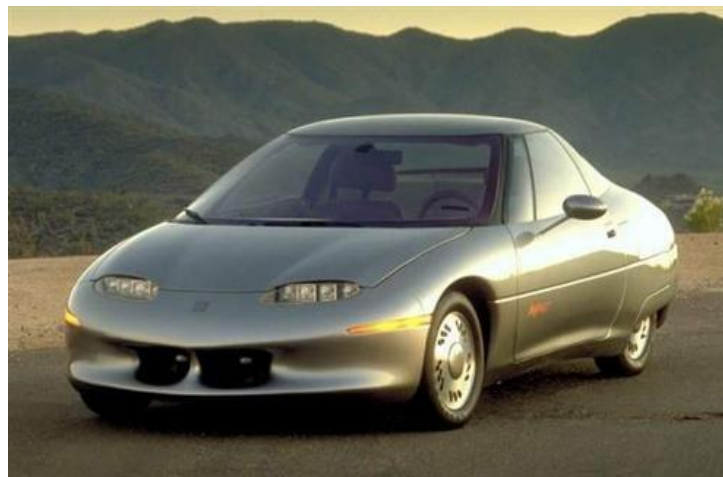
1960 Contaminació atmosfèrica a les grans ciutats comença a ser un greu problema. Els grans fabricants d'automòbils fan versions elèctriques de alguns dels seus models convencional i en alguns casos dissenyen electromòbils. S'utilitzen piles de combustible per generar electricitat en les missions espacials Geminis i Apollo.

1966 Enfield 8000 vehicle elèctric produït a U.K es el automòbil elèctric de més èxit dels anys 60; se'n van construir 112 unitats fins 1976.

1973 Embargament de petroli per part de l'OPEP. Renovat interès pels vehicles elèctrics

1990 S'estableixen les regulacions del CARB (California Air Resources Board).

1996 GM EV1 i Toyota RAV4. Es modifiquen les regulacions CARB. Peugeot 106 Electric, Renault Clio Electric



Il·lustració 9: EV-1.

1995 Els grans fabricants d'automòbils comencen a treballar en el desenvolupament de prototips de vehicles amb piles de combustible

1997 Ford Th!nk

1998 Es comencen a comercialitzar al Japó els vehicles híbrids Toyota Prius i Honda Insight



Il·lustració 10: Toyota Prius.

2000 Nissan Hypermini

2001 Més de 1000 estacions de recàrrega a Califòrnia i Arizona per EVs

2002 Honda Civic IMH (mild Hybrid). El president Bush dona impuls al desenvolupament de vehicles amb piles de combustible. Deixen de comercialitzar-se GM V1 i Ford Th!nk

2004 Nou Toyota Prius

2005 Lexus RX400h

2009 Tercera generació Toyota Prius

2010 Chevrolet E-Volt, Opel Ampera



II-lustració 11: Chevrolet E-Volt.



II-lustració 12: Opel Ampera.

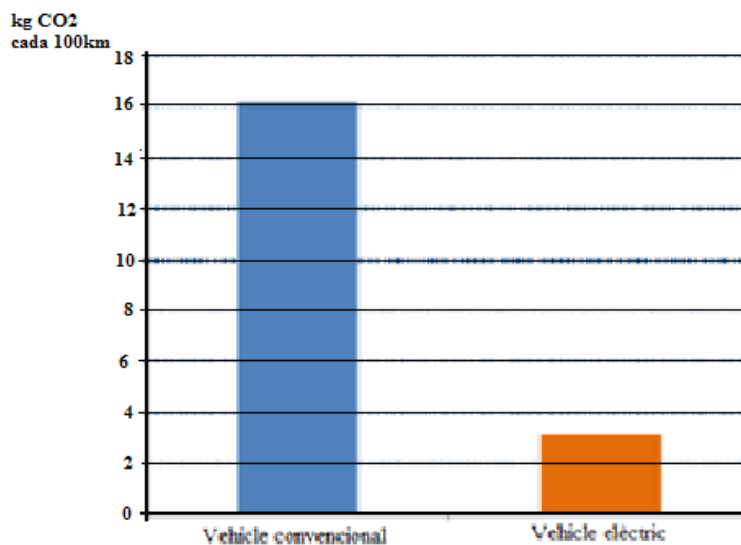
2.6. Emissions de CO₂.

El VE pot jugar un paper fonamental en la reducció de gasos d'efecte hivernacle per dos motius:

- El VE al ser més eficient té una menor intensitat d'emissions.
- La electricitat és molt menys intensiva en emissions que els derivats del petroli (sobretot a Espanya que compta amb un mix diversificat i amb un pes molt important i creixent d'energia renovables i de gas natural, el combustible fòssil amb emissions més reduïdes).

Avui en dia la mitja d'emissions del sistema elèctric espanyol es situa en 300gr de CO₂ per kWh produït, per sota de les d'un cycle combinat de gas natural. Amb aquestes emissions un cotxe elèctric emetria uns 45gr per quilòmetre recorregut, menys que un de gasolina.

Considerant els consums abans determinats i les emissions de la generació de l'electricitat, estimant en el futur un mix del 40% renovable (compatible amb l'objectiu de la UE pel 2020 de 20% d'energies renovables sobre el total) i del 60% de cicles combinats, les emissions d'un vehicle elèctric es situen en una mica més de 3kg de CO₂ per cada 100km, menys d'una cinquena part de les emissions d'un vehicle convencional.



Gràfica 5: Emissions de CO₂ per cada 100km.

Per il·lustrar l' impacte global sobre les emissions de l'economia espanyola de la implantació del VE, es podria suposar una substitució de 3 milions de turismes de gasolina per elèctrics purs. Considerant les dades de la Direcció General de Tràfic (DGT), s'han estimat les emissions anuals del parc actual de turismes utilitzats i les ràtios de consum energètic per vehicle i d'emissions per tipologia de vehicle. Així s'obté que l' esmentada substitució reduirà les emissions anuals un 12,3%. Això podria ser una contribució molt important en la reducció d'emissions del sector del transport.

3. POT ESPANYA LIDERAR EL DESENVOLUPAMENT DEL SECTOR DEL VE ?

3.1. Situació actual del VE.

Actualment, davant la pujada del preu del petroli i les iniciatives de regulació que fomenten les millores d'eficiència dels vehicles.

Respecte a la dependència energètica, els darrers anys el preu del petroli ha presentat una tendència a l'alça amb una fluctuació molt volàtil registrada el 2008. El juny del 2008 el preu del petroli arribava 133,44\$ el barril, tot i que actualment es troba al voltant de 70\$ el barril, diverses estimacions preveuen un creixement en el preu a curt termini, amb la possibilitat d'arribar a 150\$ el 2012.

Per tal de reduir les emissions de CO₂ la Comissió Europea ha establert un objectiu de reducció d'un 20% per l'any 2020 respecte els nivells de 1990.

Dins del sector automobilístic, això implica que els fabricants desenvolupin models que compleixin la regulació de les emissions de CO₂ per aconseguir millores en l'eficiència energètica en termes CO₂/combustible. Per exemple a Europa els vehicles nous no han de sobrepassar els 130 grams de CO₂ per quilòmetre recorregut l'any 2012 i així progressivament fins arribar a 100 grams l'any 2020.

L'augment dels preus del petroli i les mesures cada vegada més restrictives per reduir les emissions de CO₂, fan difícil adequar els vehicles convencionals. Això fa que l'electrificació del transport i, per consegüent, el desenvolupament del VE sigui una alternativa a considerar.

3.2. Iniciatives per impulsar el sector dels VE.

Existeixen diverses iniciatives a diferents regions i països, Espanya inclosa, que mostren l'interès d'empreses de referència provinents del sectors com el de l'automòbil, l'elèctric i governamentals per al desenvolupament del VE.

Les experiències pioneres es troben a Israel, Califòrnia i Londres, servint de referència per als altres països. Destacar que existeixen iniciatives que inclouen aliances per al desenvolupament d'infraestructures de recarrega, projectes pilot i grups de treball.

Algunes d'aquestes aliances són les de l'empresa californiana Project Better Place (PBP) i Renault-Nissan amb companyies elèctriques i governs de diferents llocs.

En el cas de PBP es dedica a la construcció d'una xarxa de recarrega d'energia per als VE que inclou estacions de servei. En els casos de Dinamarca i Israel s'està treballant perquè l'electricitat necessària sigui generada exclusivament per fonts d'energies renovables provinents de panells solars i parc eòlics.

PBP i Renault-Nissan tenen acords amb governs i altres entitats per al desenvolupament de la infraestructura i la implantació del VE.

En el cas dels projectes pilot, el govern d'Alemanya està desenvolupant amb Daimler AG el projecte de e-mobility Berlin, en el qual la companyia elèctrica RWE proveirà la infraestructura de càrrega. A Itàlia, Daimler AG i el govern italià treballant amb Enel per projectes en algunes ciutats.

En relació als grups de treball, a Europa s'estan desenvolupant grups organitzats per la Associació Europea de Components d'Automoció, CLEPA (Comité de Liaison Européen des fabricants d'équipements et de Pièces Automóviles) sobre la viabilitat tècnica i econòmica dels VE.

La Comissió Europea ha implementat a finals del 2008 la iniciativa de Vehicles Verds (The Green Car Initiative), com part del Pla Europeu de Recuperació Econòmica.

3.2.1. Iniciatives d'impuls del VE a Espanya.

El Ministeri d'Indústria espera arribar a la xifra d'un milió de vehicles híbrids i elèctrics pel 2014.

Com un primer pas, el Ministeri ha aprovat el Pla de Competitivitat del Ministeri d'Indústria (gener 2009) dotat amb 800 milions d'euros per al desenvolupament de projectes de tecnologies netes. També ha creat el Pla Vive II per la renovació del parc automobilístic per nous vehicles que emetin menys CO₂.

Així mateix, es va implantar el Projecte MOVELE. Amb un pressupost de 10 milions d'euros per implantar 500 punts de recarrega i 2.000 vehicles elèctrics a Barcelona, Madrid i Sevilla l'any 2010. Amb el suport de les principals elèctriques d'Espanya.

Destacar que les principals empreses espanyoles d'automoció i auxiliars d'automoció, així com el sector elèctric, estan presents en grups de treball en altres països. També han firmat acords amb fabricants internacionals. Com per exemple el cas d' Iberdrola i General Motors Europa, que tenen un acord per analitzar la viabilitat tècnica del subministrament energètic del VE a Espanya.

3.3. Reptes per el desenvolupament del VE.

De cara a la introducció massiva del VE, existeixen uns reptes que han de ser considerats. A Espanya aquests reptes són:

- La millora de la tecnologia de les bateries per assegurar major densitat energètica, durabilitat, seguretat i menor cost.
- El desenvolupament de la infraestructura, inexistent actualment.
- La disminució de la diferència de cost del VE respecte el vehicle convencional.
- Desenvolupament de gama de vehicles.

Per tal de superar aquests reptes es necessari un esforç conjunt de empreses, govern i companyies elèctriques.

3.3.1. Desenvolupament de les bateries (energia, autonomia, vida útil i cost).

La bateria és l'element tecnològic clau per al desenvolupament del VE. Aquesta ha de complir amb determinades prestacions, com proveir suficient energia (determina l'autonomia o distància recorreguda), ser de pes i mides reduïdes, tenir el cicle de vida prolongat i el cicle de càrrega profund (admet moltes recarregues profundes amb poc deteriorament), ser segura i de baix cost.

Es denomina bateria elèctrica ò acumulador elèctric al dispositiu que emmagatzema energia elèctrica, utilitzant procediments electroquímics i que, posteriorment la retorna amb algunes pèrdues. Aquest cicle es pot repetir un determinat nombre de vegades.

El funcionament d'una bateria està basat en un procés reversible anomenat reducció - oxidació (també conegut com redox). Es tracta d'un procés en el qual un dels elements s'oxida (perd electrons) i l'altre es redueix (guanya electrons).

Les principals característiques de les bateries són:

- Força electromotriu (f.e.m) o voltatge: El voltatge d'una cel·la electroquímica ve donat per la diferència entre els potencials redox dels materials actius del càtode i de l'ànode. La f.e.m es mesura en volts.
- Capacitat total: Indica la quantitat total de càrrega elèctrica que és capaç d'emmagatzemar la bateria. La unitat utilitzada habitualment per expressar l'esmentada capacitat és l'amper hora (Ah). Per obtenir un valor més comparable dividim la capacitat entre la massa de la bateria, el que es coneix com capacitat específica (Ah/kg).
- Energia total: Indica la quantitat total d'energia elèctrica que es capaç d'acumular una bateria. L'energia total d'una bateria s'obté multiplicant la capacitat pel voltatge de la cel·la electroquímica (Wh). Com en el cas anterior podem trobar l'energia específica dividint entre el pes.
- Cicles de vida: Indica el nombre de cicles de carrega i descarrega que es poden portar a terme fins que la capacitat de la bateria sigui un 80% del seu valor nominal.
- Profunditat de descarrega: Indica el límit màxim de la bateria que es pot descarregar, sense que apareguin efectes negatius en la bateria.
- Rendiment: És la relació percentual entre l'energia elèctrica rebuda en el procés de càrrega i la que entrega l'acumulador durant la descarrega.

3.3.1.1. Tipus de bateries.

Les bateries utilitzades actualment com acumuladors elèctrics en els VE són, principalment, de tres tipus:

- Bateries de Plom - Àcid.
- Bateries de Níquel - Hidrur metàl·lic.
- Bateries de Ió - Liti.

3.3.1.1.1. Plom – Àcid.

Tradicionalment, la majoria dels VE han utilitzat bateries de Plom – Àcid, degut a la seva tecnologia madura, alta disponibilitat i baix cost.

Avantatges:

- Compten amb un voltatge elevat, superior a 2V.
- Són capaces de subministrar una elevada intensitat i, per tant, potència.
- És el tipus de bateria més barata del mercat. El seu preu ronda els 100 – 125\$/kWh.
- Components fàcilment reciclables. A Espanya es reciclen més del 95% de totes les bateries utilitzades.

Desavantatges:

- Baixa energia específica. De les diferents bateries utilitzades en els VE són les que tenen un menor energia específica (10 – 40Wh/kg).
- No estan preparades per profunditats de descarrega elevades, el nombre de cel·les d'aquestes bateries és baix, entre 400 i 800.
- Impacte ambiental negatiu, degut a que compten amb compostos contaminants com l'antimoni i l'arsènic.

3.3.1.1.2. NÍQUEL – HIDRUR METÀL·LIC.

Es consideren l'evolució de les bateries alcalines de níquel – cadmi. Aquest tipus de bateries s'utilitzen en els VEH.

Avantatges:

- Compten amb una densitat d'energia elevada, entre 60 – 80Wh/kg, valor més elevat que en les de plom – àcid.
- Admeten carregues ràpides, amb una duració d' entre 1 i 3 hores.
- No requereixen manteniment.

Desavantatges:

- El nombre de cicles d'aquesta bateria en la seva vida útil és moderat, entre 300 i 600 cicles.
- El preu és superior que en les de plom.
- Té un “efecte memòria” moderat, perdent capacitat d'emmagatzament i una alta “auto – descarrega”.
- El seu comportament no és òptim en climes freds.

3.3.1.1.3. IÓ – LITI.

Aquest tipus de bateries és àmpliament coneguda pel seu ús en ordinadors portàtils i electrònica de consum. El ió – liti predomina en els nous desenvolupaments de VE degut a les seves elevades prestacions, de fet, s'espera que sigui la tecnologia més estesa en el futur.

Avantatges.

- Posseeixen el voltatge nominal més elevat dels tres tipus de bateries, amb valors típics de 3 i 4V.
- Compten amb una energia específica molt elevada (80 – 170Wh/kg), gairebé el doble que en el cas de les de NiHM i més de quatre vegades el valor de les bateries de plom. És complicat trobar bateries, a nivell comercial, per sobre dels 115Wh/kg.
- Presenten un baix “efecte memòria” i, per tant, una excel·lent “recarregabilitat”.
- Moderat impacte mediambiental.

Desavantatges:

- El seu cost és elevat, podent arribar als 800€/kWh.
- Perd prestacions a temperatures elevades.
- Es degraden quan es produeixen sobrecarregues o sobre descarregues, presenten problemes amb descarregues per sota de 2V.

Depenent de la combinació de materials que s'utilitzen en l'ànode i el càtode, apareixen diferents tipus de bateries de ió – liti.

Tipus de bateries d'Ió - Liti

Chemistry Anode/cathode	Cell voltage Max/nom.	Ah/gm Anode/cathode	Energy density Wh/kg	Cycle life (deep)	Thermal stability
Graphite/ NiCoMnO ₂	4.2/3.6	.36/.18	100-170	2000-3000	fairly stable
Graphite/ Mn spinel	4.0/3.6	.36/.11	100-120	1000	fairly stable
Graphite/ NiCoAlO ₂	4.2/3.6	.36/.18	100-150	2000-3000	least stable
Graphite/ iron phosphate	3.65/ 3.25	.36/.16	90-115	>3000	stable
Lithium titanate/ Mn spinel	2.8/2.4	.18/.11	60-75	>5000	most stable

Taula 1: Tipus de bateries d'Ió – Liti.

3.3.2. Desenvolupament de la xarxa d'infraestructura.

L'existència de la infraestructura de recarrega d'energia és un factor fonamental per donar suport a la implantació a gran escala de VE. Si no existeix una xarxa on es puguin carregar els vehicles a qualsevol lloc, no hi haurà cabuda per al VE.

3.3.2.1. Tipologies de xarxa.

Entre les tecnologies que s'estan desenvolupant, a més dels punts de recarrega situats a les cases dels usuaris dels VE, trobem l'equivalent a una estació de servei o "electrolinera", parquímetres al carrer, punts de carrega en estacionaments i equipaments especials per les cases.

El concepte de les "electrolineres" neix de PBP. La idea es basa en tindre una estació de servei per VE on puguin carregar-se en pocs minuts, així com canviar la bateria per una amb carrega completa.

L'avantatge d'aquest sistema consisteix en que, en el cas d'existir una xarxa ampla d'instal·lacions de recanvi de bateries, anul·laria el problema de l'autonomia al poder canviar-les recurrent llargues distàncies. Un altre avantatge és, el vehicles es vendrien sense bateria, cosa que reduiria el seu preu.

3.3.2.2. *Implicacions en el sector elèctric.*

En relació al desenvolupament de les xarxes, les companyies elèctriques estan treballant en temes com la normalització dels endolls a escala Europea, i, en la planificació del mix d'energia i de la potència de les xarxes per evitar que un desplegament massiu del VE pugui provocar problemes de subministrament en quantitat i qualitat.

Es preveu un augment en el consum elèctric. Es creu que ha mig termini es podria funcionar amb les centrals ja existents. No obstant, si es produís un canvi estructural, la clau residiria en la gestió coordinada de molts punts que puguin demandar o aportar energia.

En aquest sentit, el repte està a les “smart grids”, o xarxes intel·ligents (xarxes que ofereixen electricitat als consumidors utilitzant la tecnologia digital), les quals constituïran un sistema de gestió de l'electricitat coordinat i capaç per interactuar amb el client.

En particular aquestes xarxes són sistemes amb tecnologia V2G (Vehicle-to-Grid), el qual permet el flux de l'electricitat des de la bateria de l'automòbil cap a les línies de distribució elèctrica i al revés. Quan el vehicle es connecta a l'aparell V2G de recarrega en el garatge, la càrrega de la seva bateria augmenta o disminueix en funció de les necessitats de la companyia elèctrica, la qual a vegades a d'emmagatzemar l'excedent d'energia o mobilitzar energia extra per respondre als pics en demanda energètica. En aquest sistema l'energia injectada a la xarxa podria ser venuda a la companyia elèctrica.

3.3.3. **Economia del VE respecte el convencional.**

Actualment s'estima que existeix una diferència entre 8.000 euros i 17.000 euros en respecte al preu d'un vehicle convencional. Ja que només la bateria pot arribar a representar el 75% del cost total.

Des d'una perspectiva del cost total en la vida del VE, tenint en compte els preus del petroli i els estalvis que es poden obtenir al deixar de consumir gasolina, existeix la possibilitat de recuperar la inversió en un determinat moment de la vida útil del VE. Si es considera el preu de la gasolina entre 0,8 i 1,7 euros el litre, contra 0,07€/kWh, s'estima que es pot recuperar la inversió en 4 anys aproximadament.



Per tal de facilitar la implantació del VE a gran escala s'utilitzen dues opcions que redueixen el cost del VE:

- El model del PBP, en el que la persona usuària, pagant una quantitat fixa periòdica, adquireix serveis de mobilitat com leasing (règim de lloguer d'un actiu) per la utilització i recanvi de bateries, utilització d'una xarxa de recarrega i consum d'energia.
- Subvencions per part del Govern.

4. REPTES DE FUTUR PER A LA COMERCIALITZACIÓ DEL VE A ESPANYA.

4.1. La necessitat d'una mobilitat sostenible.

Les ciutats s'han convertit en espais que no deixen de créixer i en les qual la mobilitat personal s'ha convertit en una necessitat bàsica i imprescindible, fet que fa que cada vegada hi hagi més vehicles movent-se a velocitats més lentes, contribuint a un alt consum de combustible i a un progressiu deteriorament del medi ambient i de la qualitat de vida.

Com informació mostrarem algunes dades objectives i rellevants:

- Més de la meitat de la població viu a les grans ciutats.
- Segons la U.S.Environmental Protection Agency (EPA), els vehicles de les nostres ciutats suposen entre 1/3 i 1/2 de les emissions dels tres pitjors contaminants: monòxid de carboni (CO), òxids de nitrogen (NO_x) i hidrocarburs (HC).
- Aproximadament el 80% de la contaminació urbana i el 35% de la total es causada pel transport.
- Estudis independents proclamen que dos dies d'alta contaminació suposen un increment d'un 1,5% en la taxa de mortalitat de les grans ciutats.
- La pol·lució del tràfic mata fins a tres vegades més gent que els propis accidents, 15.000 persones moren cada any per causes associades a la contaminació del tràfic.
- Només els cotxes d'una de les grans capitals Europees contaminen més que tots els avions d'Europa.
- Espanya és el país més sorollós d'Europa i el segon del Món després de Japó.
- A Espanya el 85% de la població de les ciutats està sotmesa a un soroll superior als 70dB que és la xifra límit.

Coneixent aquestes dades, es pot afirmar sense cap tipus de dubte, que l'estil de vida actual, i concretament, la mobilitat diària tenen un impacte directe en la qualitat de vida. El progrés i la necessitat d'aconseguir una mobilitat sostenible van junts, i és un dels reptes, sinó el major al que s'enfronten les ciutats actuals.

4.2. El paper de mobilitat elèctrica.

La utilització de VE implica una proposta bàsica a priori summament atractiva per la nostra qualitat de vida: propulsar els vehicles amb una bateria elèctrica sense emissions locals i limitar la contaminació a la imprescindible per generar electricitat fora de la ciutat, on el seu impacte pot ser molt mitigat mitjançant:

- Utilització d'energies renovables.
- Control i reducció de les emissions en els centres productors.

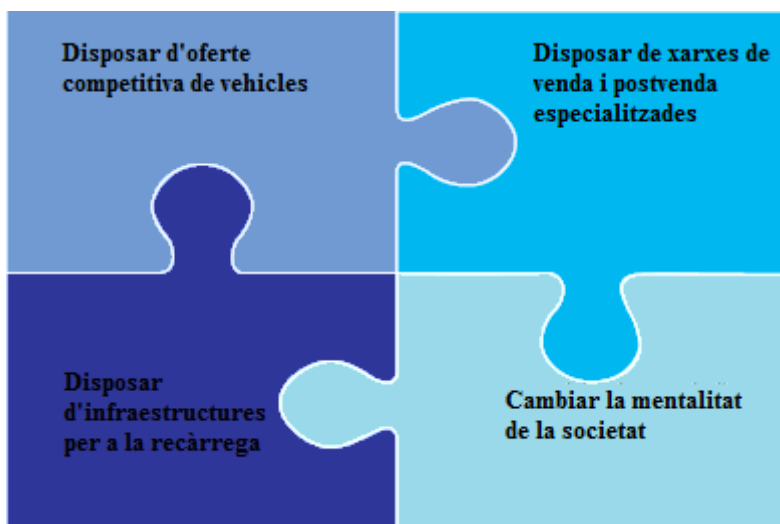
Així, d'acord amb la Electric Power Research, els VE són clarament més eficients que els de combustió, oferint, al mateix temps, un nivell inferior de soroll, i degut a la seva simplicitat mecànica una major fiabilitat i una menor necessitat de manteniment.

Per altra banda, altres tecnologies s'enfronten a problemàtiques diverses en el seu desenvolupament i implantació que se suposa que actualment són molt llunyanes (Hidrogen) o aplicables únicament a sectors concrets d'usuaris (Gas natural).

Així, es pretén transmetre la idea de que la introducció de la mobilitat elèctrica és una aposta clara per fer front a un dels majors reptes als que s'enfronta la societat i que, en major o menor mesura formarà part de les nostres societats.

4.3. Els reptes del futur.

Es considera que existeixen 4 reptes claus als que s'enfronta un comercialitzador en aquest mercat:



Il·lustració 13: Reptes de futur del VE.

4.3.1. Disposar d'oferta competitiva de vehicles.

Després d'un gran desenvolupament tecnològic no sense dificultats, es pot afirmar que l'estat actual de la tecnologia elèctrica ofereix una possibilitat real de mobilitat sostenible, i a la vegada, un futur més atractiu.

Així, cada vegada existeix una major oferta de VE que progressivament van eliminant les grans progressions d'aquest tipus de vehicles.

- Ja existeixen VE que permeten la seva utilització diària amb unes prestacions suficients (autonomies de més de 200km per carrega i velocitats superiors als 100km/h), especialment en el context actual d'una creixent i imparable limitació de potències i velocitats a les nostres ciutats i carreteres.
- Els VE més avançats ofereixen als usuaris especificacions en termes de seguretat, confort o qualitat de fabricació perfectament homologable, amb exigències de les societats modernes i com les d'altres vehicles urbans de combustió.

Així, a curt termini, el desenvolupament de la tecnologia de bateries i l'eficiència del consum farà que els VE deixin enrere les seves possibles limitacions.

Si a això se li afegeix que els VE tenen un 90% menys de peces que un vehicle amb MCI i que disposen de un nombre de peces sotmeses a un desgast molt menor (bugies, filtres, cilindres...), és, sens dubte, una proposta de mobilitat amb uns requisits de manteniment molt més eficients que els dels vehicles de combustió.

La dificultat d'oferir preus competitius es deu a que, les produccions de VE són reduïdes, el que suposa que la repercussió de costos en cada unitat és elevada. Aquesta repercussió és especialment important en el que es refereix a despeses de I+D i al cost de les bateries que representen entre un 35% i un 50% del cost total d'un VE. Com a dada interessant, es pot dir que una bona bateria costa aproximadament 3.000€ per cada 5kWh de capacitat d'emmagatzament.

Aquest major preu de sortida és perfectament comprensible per un client que sigui una flota i que realitzi un ús intensiu del vehicle (i, per tant, es vegi beneficiat per uns menors costos d'explotació) o que incorpori a la seva decisió altres motivacions més relacionades amb la seva posició davant del mercat i els ciutadans.

Addicionalment, un aspecte que els clients valoren positivament és la predictibilitat que un vehicle ofereix des del punt de vista de les despeses futures, ja que ningú pot preveure el cost de la gasolina d'aquí uns anys. En el cas de l'electricitat les pujades són molt més lineals i, en molts casos, associades a paràmetres com l'IPC. Això és especialment atractiu per als gestors de flotes que deuen elaborar els seus pressupostos d'operació.

En el cas dels clients particulars, s'ha de reconèixer que avui en dia el preu encara és un limitador important en la venda massiva i que, en aquest aspecte, actuacions de les administracions públiques tendint a mitigar aquest esforç de pagament són clarament un element clau per a la introducció del VE en els seus inicis.

El dia en que la inversió inicial per l'adquisició d'un VE sigui similar a la d'un vehicle de MCI, el VE serà econòmicament molt més viable al tindre uns costos operatius d'ús molt reduïdes.

4.3.2. Disposar de xarxes de venda i postvenda especialitzades.

Des del començament d'aquesta activitat en el sector, s'ha defensat que el VE suposaria una revolució per les actuals xarxes de venda i postvenda, tant en el referent al seu model de negociació com a les seves capacitats necessàries.

Els principals canvis previstos són:

- El model de negoci del VE és invers al actual del vehicles de combustió. Es a dir, mentre en el negoci tradicional de l'automoció els millors marges es troben en la postvenda suposant la venda de vehicles marges molt reduïts o negatius, en el cas del VE el marge s'ha obtindre bàsicament de la venda, ja que el volum d'operacions de postvenda és molt més reduït:
 - Un 90% menys de peces.
 - Menys intervencions per clients.
 - Menys temps per intervenció.
 - Manteniment mínim, basat en els combustibles.
- Les característiques esmentades impliquen un menor nivell de "stock" de peces i instal·lacions amb dimensions més reduïdes que els tallers tradicionals.
- La activitat de postvenda de VE és rentable gràcies a que no són necessàries unes inversions molt elevades en instal·lacions i maquinària.
- Les capacitats dels equips comercials i els arguments de venda són totalment diferents. El venedor actual està acostumat a parlar amb el client de potència, consums, preus... i el de VE d'autonomia, comoditat, confort, responsabilitat, simplicitat de manteniment i del preu.
- La introducció del VE serà progressiva, ja que totes les marques disposaran, 1- 2 models totalment elèctrics.

4.3.3. Disposar d'infraestructures per a la recàrrega.

El VE, com tot vehicle propulsat per un combustible, requereix disposar d'una font de subministrament del esmentat combustible per la seva recarrega.

En el cas del VE, les fonts de subministrament potencials són milions (qualsevol endoll és vàlid). No obstant, el repte és fer que aquestes fonts de subministrament estiguin disponibles pel client, i que suposin una alternativa còmode en termes d'accessibilitat i utilització.

Trobarem cinc tipologies de punts de recàrrega:

- Vies públiques.
- Flotes.
- Recarregues privades (garatges individuals o col·lectius).
- Estacions de servei elèctriques.
- Locals de pública concurrència.

4.3.3.1. Recàrrega en vies públiques.

La disponibilitat de punts de recarrega en la via pública, de lliure accés pels propietaris de VE, dona la possibilitat a aquests propietaris d'accedir a la recàrrega del seu vehicle en el transcurs de la seva jornada de treball o oci, aconseguint un augment de l'autonomia disponible.

Destacar que es parla d'un increment d'autonomia i no de recàrrega completa. Això es degut a que, la recàrrega en via pública, degut al temps que requereix una càrrega completa, no es pot entendre com una solució única per la recàrrega del VE, sinó que aquests tipus de vehicles necessitaran un lloc on realitzar la càrrega completa.

Es a dir, la recàrrega en la via pública només pot i ha de ser entesa com un complement al punt de càrrega base (on realitzarem la carrega completa).

Però, no per això aquest tipus d'infraestructures deixa de ser clau per al desenvolupament del mercat:

- Tant pel seu efecte beneficiós en l'autonomia disponible recolzat pel fet que la major velocitat de carrega s'obté en els primers moments, fet pel que una recàrrega de poc temps (1 hora aproximadament) pot suposar un increment de càrrega apreciable.
- Com pel seu impacte en la psicologia del client que se sent més tranquil al saber que en cas de necessitat, pot accedir a un punt de recàrrega encara que realment l'utilitzi en comptades situacions.

Amb aquests objectius, les principals ciutats europees estan desplegant punts de recàrrega en vies públiques per als propietaris de VE.

4.3.3.2. *Recàrrega per flotes.*

Un dels motius fonamentals pels que el mercat de VE ha començat a desenvolupar-se de manera molt més ràpida en flotes públiques o privades es la capacitat i facilitat que tenen aquest tipus de clients d'accedir a un punt de recàrrega.

Ja que pràcticament totes les flotes disposen d'un punt on recarregar les bateries mentre els vehicles no estan sent utilitzats.

Aquesta circumstància és suficient per als primers moments d'introducció dels VE a la flota.

4.3.3.3. *Recàrregues privades.*

Aquest és un dels aspectes, per no dir el principal, en el que potser no s'està prestant suficient atenció per part de tots els agents del mercat.

Es un fet clar que l'ús massiu del VE passarà inevitablement per què cada usuari de VE pugui accedir de manera fàcil a un punt de subministrament.

La meitat dels cotxes de les ciutats “dormen” en garatges particulars, fet que és especialment rellevant en les zones de nova construcció. Si a això afegim que el període que resta al garatge és d' aproximadament 10 hores, que la electricitat pot ser més barata durant la nit i que la demanda en hores nocturnes col·labora al equilibri oferta - demanda del sistema elèctric, facilitant la instal·lació de noves fonts d'energia renovable, s'entén que la recàrrega en garatges privats durant hores nocturnes és la solució idònia per al desenvolupament del mercat.

No obstant, es pot observar que actualment els que viuen en vivendes unifamiliars són els únics que disposen de fàcil accés a un punt de recàrrega al seu domicili.

En el cas dels garatges col·lectius, apareix la problemàtica de que l'actual llei de propietat horitzontal no permet a un veí d'un immoble instal·lar un punt de subministrament propi a la seva plaça de garatge sense permís unànim de tots els veïns de la comunitat, fins i tot encara que instal·li un control de mesura específic pel subministrament.

4.3.3.4. *Recàrregues en estacions de servei elèctriques.*

L'autonomia dels VE ha sigut tradicionalment un dels seus principals impediments per la seva comercialització massiva.

Aquest limitador s'ha anat mitigant progressivament i, actualment ja es poden trobar autonomies suficientment grans per al seu ús a la vida diària.

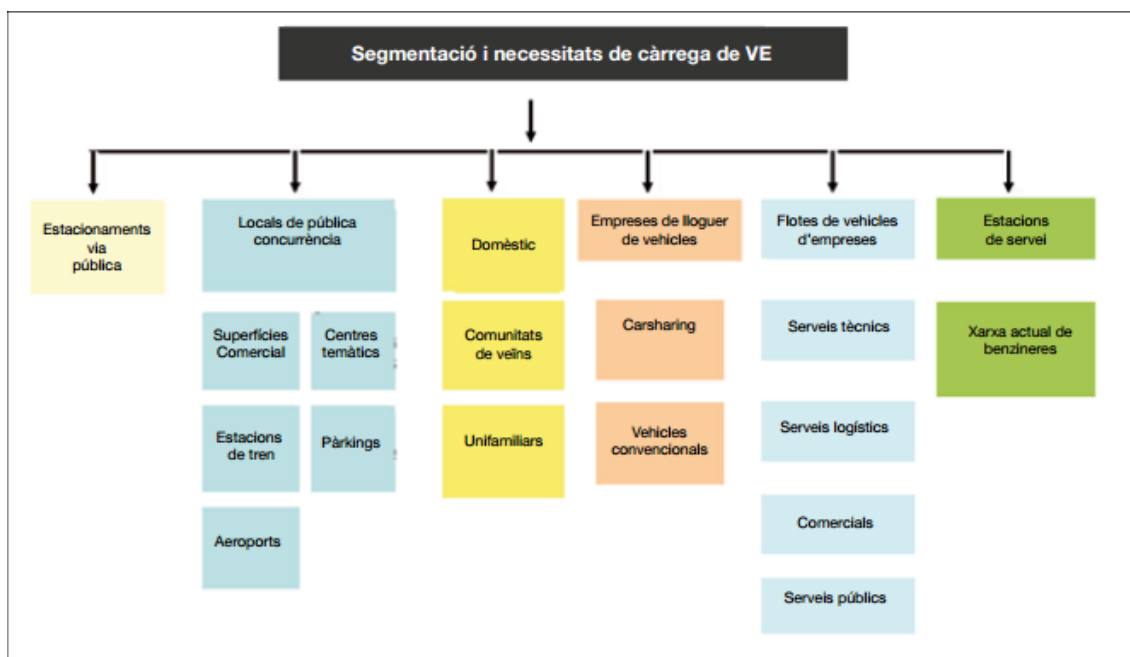
No obstant, les nostres ciutats augmenten en extensió i que la mobilitat en les esmentades ciutats és més complexa, requerint major nombre de trajectes, el que suposa una possibilitat de recorreguts més amplis.

Per solucionar aquesta problemàtica es plantegen dues alternatives, o s'incrementa l'autonomia o es redueix el temps necessari per realitzar una recàrrega.

És per aquesta raó que existeix la recàrrega ràpida, la qual et permet realitzar recarregues en 10-15 minuts, es a dir, trigaria menys que en omplir totalment el dipòsit de gasolina d'un vehicle actual.

4.3.3.5. Locals de pública concurrència.

Dins aquest segment hi ha incloses totes aquelles àrees d'aparcament que disposen d'un volum elevat de vehicles, i per tant, a mesura que els VE es vagin implantant, caldrà disposar-hi una contractació de potència elèctrica important. Cal dir que s'hi afegeix el concepte de "gran rotació", on el temps de càrrega serà variable i per aquest motiu els sistemes de recàrrega hauran de disposar de nivells d'intel·ligència que permetin optimitzar el sistema de subministrament.



II-lustració 14: Segmentació i necessitats de càrrega de VE.

4.3.4. Canviar la mentalitat de la societat.

La mobilitat és la necessitat més important de la nostra societat que ha de ser satisfeta, ja que sinó s'estarà afectant a la nostra qualitat de vida.

Per aconseguir un canvi de mentalitat en la societat, han de jugar un paper determinant tres elements clau de les societats modernes:

- Aquelles persones o grups que, com a creadors d'opinió, tenen la capacitat de, transmetre nous valors a la vegada que prestigi i reconeixement a un nou producte o tendència. S'ha de reconèixer i agrair el suport de persones de reconegut prestigi i mitjans de comunicació estan proporcionant a aquestes instal·lacions.
- Aquelles empreses que per la seva notorietat i lideratge estan cridades a ser les que lideren els canvis i que amb la seva proposta pels VE donarien prestigi al producte respecte la societat i donen prova de la fiabilitat i solvència d'aquests.
- Les administracions públiques que, mitjançant el foment dels VE i l'ús per a les seves pròpies activitats, donen un missatge clar a la societat que la mobilitat elèctrica no és una moda passatgera.

5. CÀRREGA DE VEHICLES ELÈCTRICS.

5.1. Tipus de càrrega.

5.1.1. Càrrega ultra-ràpida.

També anomenada “QuickDrop” es fa en pocs minuts i consisteix en canviar la bateria descarregada per una carregada al 100% en estacions de servei, aquesta idea va sorgir a partir de l'aliança entre Renault i Nissan. La dinàmica consistiria en que el consumidor acudeixi a la estació amb la seva bateria descarregada i se li substituirà per una totalment carregada. La bateria no seria propietat de l'amo del cotxe, sinó de les estacions de recarrega (o de la companyia que les operi). El procés trigaria pocs minuts. Aquest sistema encara que viable, planteja alguns problemes logístics que s'haurien de solucionar, com la necessitat de disposar a l'estació de servei de diferents models de bateries per als diferents models i marques.

5.1.2. Càrrega ràpida.

Es requerirà estacions d'alta potencia amb instal·lacions especial on les bateries del VE es recarregaran en pocs minuts. Per tal de que sigui així es necessiten intensitats elèctriques molt superiors a les habituals.

Poden recarregar des de 44kW fins a 150kW, ja sigui en AC o DC això dependrà de l'arquitectura del vehicle, però s'ha d'utilitzar una línia trifàsica. La recàrrega es porta a terme amb un temps d'entre 10 i 30 minuts.

Aquest tipus de càrrega utilitza una major intensitat elèctrica i entrega l'energia en corrent continua. Consisteix en alimentar el vehicle amb corrent continua a 400V i fins a 400A.

Se suposa que amb aquest tipus de càrrega amb 15min es pot carregar el 65% de la bateria.

Aquesta solució és, des del punt de vista del client, la que s'assembla més als seus hàbits actuals de proveïment amb un vehicle amb MCI.

Aquestes càrregues han de ser concebudes com una extensió de la bateria o com a càrregues de conveniència.

Al tindre unes exigències elèctriques superiors que en la recàrrega convencional pot implicar la necessitat d'adequar la xarxa elèctrica existent. Per posar una referència, la potència que necessita aquest tipus d'instal·lacions es comparable a la d'un edifici de 15 vivendes.

La recàrrega ràpida simultània de 20.000 vehicles (el 0,006% del parc automobilístic actual), requeriria una potència equivalent a una central nuclear.

$$20.000 \text{ vehicles} \cdot 44 \text{ kW} = 880.000 \text{ kW} = \mathbf{880 \text{ MW}}$$

5.1.3. Càrrega semi-lenta.

Només l'accepten algun vehicles, encara que es preveu que pròximament serà un tipus de càrrega bastant comú. La càrrega es realitza amb corrent alterna trifàsica, a una tensió de 400V i una intensitat de fins a 63A. En aquest cas el temps de recàrrega es redueix a 3 o 4 hores.

5.1.4. Càrrega estàndard o lenta.

En aquest tipus de càrrega poden carregar des de 3'5kW fins a 22kW, podem trobar una xarxa monofàsica de 230V i 16/32A o una xarxa trifàsica de 400V i 16/32A, el temps de recàrrega està compès entre 6 i 8h.

La recàrrega convencional monofàsica al tindre una tensió (230V) i una intensitat (16A) al mateix nivell que la pròpia vivenda, implica que puguin entregar uns 3,6kW.

És la solució òptima per recarregar el VE en un garatge d'una vivenda durant la nit, ja que des del punt de vista d'eficiència energètica ja que a la nit es quan menys demanda hi ha.

Podem saber que els vehicles híbrids que requereixen recarregar les bateries només gaudeix del tipus de càrrega estàndard, però en aquests casos no es tant lenta com en els VE sinó que només necessita 2h 30min per estar carregat.

L'objectiu, en un principi, seria implantar la càrrega ràpida a la via pública i mantindre la càrrega lenta als domicilis on passen la nit els vehicles.

Trobarem recàrrega lenta a:

- Càrrega lenta domèstica i nocturna.
- Càrrega lenta en estacions de baixa potència.

5.1.4.1. Càrrega lenta domèstica i nocturna.

Aquesta opció proposa que sigui el consumidor el que recarregui el vehicle a la seva pròpia casa connectant-lo a la xarxa elèctrica de la seva vivenda durant la nit. D'aquesta manera quan l'agafi al matí el vehicle estarà totalment carregat. Per incentivar aquesta forma de recàrrega es proposa reduir el cost del consum elèctric nocturn. Aquest sistema, al utilitzar l'energia elèctrica en horari nocturn amb poca demanda, encaixa molt bé amb l'aprofitament de les energies renovables que no tenen altres usos en aquest moment, particularment la eòlica.

5.1.4.2. Càrrega lenta en estacions de baixa potència.

La recàrrega es duria a terme en estacions de potència elèctrica normal. Aquesta recàrrega triga varies hores, pel que durant aquest període el consumidor pot realitzar diverses activitats. Es planteja col·locar terminals de recàrrega d'aquest tipus en els estacionaments o de supermercats, estacionaments de pagament ó fins i tot en els punts de treball per que el cotxe es recarregui mentre l'amo treballa.

Aquest sistema ja s'utilitza en diversos llocs del món.

	Tipus de càrrega	Horari de proveïment	Temps de permanència	Propietat de la connexió
Centre comercial	C.ràpida / C.lenta	Laborables 12h - 22h i caps de setmana	1,2h	Pública
Centre de treball	C.lenta	Laborables 7h - 19h i caps de setmana	9h	Pública / Privada
Pàrking	C.lenta	24h	2h	Pública
Via Pública	C.ràpida / C.lenta	24h	1 – 12h	Pública
Comunitat de veïns	C.lenta	8h – 20h	12h	Privada
Garatge individual	C.lenta	24h	12h	Privada
Estacions de proveïment	C.ràpida / Camb. bateria	24h	10min	Pública
Estacionament de flotes de vehicles	C.ràpida / C.lenta / C.amb bateria	24h	15min – 12h	Privada

Taula 2: Tipus de càrrega a utilitzar en cada situació.

5.2. Recàrrega a Espanya.

5.2.1. Càrrega en toma estàndard d'ús no exclusiu.

El VE es connecta a la xarxa de Baixa Tensió(CA) a través d'una toma de corrents estàndard (Shuko). La base de la toma de corrent és de 16A i la tensió inferior a 230V monofàsica i 480V trifàsica. Sense comunicació entre infraestructura de càrrega i el vehicle. Prohibida a USA per raons de seguretat.



II-lustració 15: Càrrega en toma estàndard d'ús no exclusiu.

5.2.2. Toma estàndard d'ús no exclusiu amb sistema de protecció inclòs en el cable.

El vehicle es connecta a la xarxa principal de Baixa Tensió(CA), a través d'un connector estàndard, sent la base de la toma de corrent de 32A i, la tensió inferior a 230V monofàsica ó 480V trifàsica. El cable, a més, un sistema de protecció diferencial.

El cable conta amb un sistema entremig de control pilot que serveix per verificar la correcta connexió del vehicle a la xarxa.



II-lustració 16: Toma estàndard d'ús no exclusiu amb sistema de protecció inclòs en el cable.

5.2.3. Toma de corrent especial per ús exclusiu a la recàrrega del VE.

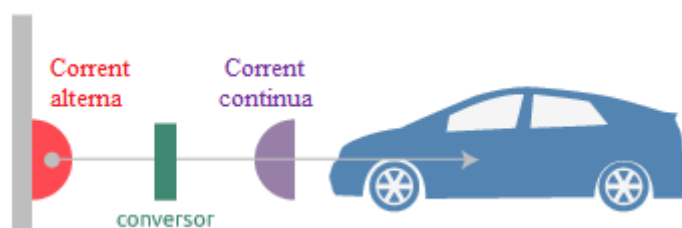
El vehicle es connecta a la xarxa principal de Baixa Tensió(CA), amb un endoll i una toma de corrents específica, Mennekes (de fins 70A/250V en monofàsic i fins 63A/480V en trifàsic) amb un fil pilot de comunicació integrat, a través d'un circuit d'ús exclusiu. Les funcions de control i les proteccions estan al costat de la instal·lació fixa(paret) de forma permanent.



Il·lustració 17: Toma de corrent especial per ús exclusiu a la recàrrega del VE.

5.2.4. Connexió CC.

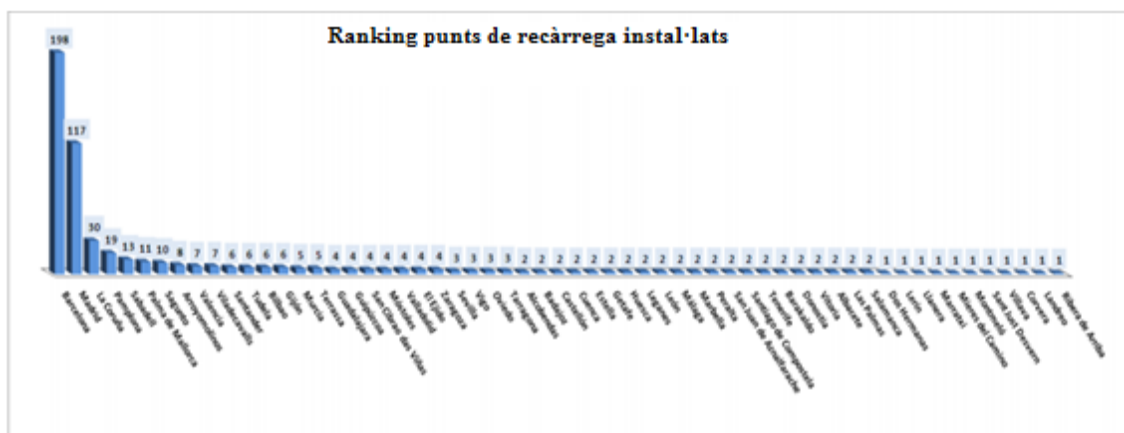
El vehicle es connecta a la xarxa principal de Baixa Tensió(CA), a través d'un carregador extern que realitza la conversió CA/CC a la instal·lació fixa. Les funcions de control i protecció, així com el cable de recàrrega, estan instal·lats al costat de la paret de forma permanent. Aquest mètode està pensat per realitzar una recàrrega ràpida.



Il·lustració 18: Toma de corrent amb connexió CC.

Al juny de 2011 hi havia instal·lat 558 punts de recarrega a Espanya dels quals 149 pertanyen al Pla MOVELE.

Les ciutats amb major número de punts de recarrega són Barcelona (198), Madrid (117), seguit de molt lluny per la Corunya (30), després Pamplona (19), Sabadell (13), Palma de Mallorca (11) i Sagunto (10), les altre ciutats o pobles en tenen menys de 10.



Gràfica 6: Ranking punts recàrrega instal·lats.

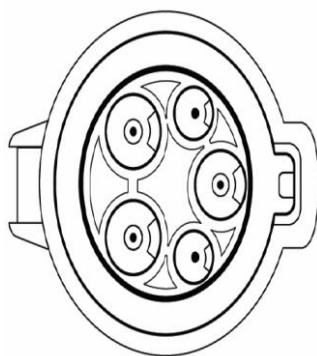


Gràfica 7: Tipus d'instal·lació i finançament.

5.3. Tipus de tomes de corrent.

5.3.1. Tipus 1 (Yazaki (JP)).

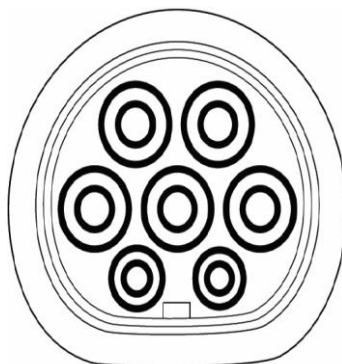
Connexió monofàsica sense obturadors d'una freqüència de 50-60Hz, fins 32A, 250V i una potència màxima de 7,2kW. Disposa de 5 clavilles (L1, L2/N, PE, CP, CS), aprovat per la SAE en la norma J1772, el grau de l' IP és IPXXB.



Il·lustració 19: Toma Yazaki.

5.3.2. Tipus 2 (Mennekes (DE)).

Escollit “de-facto” per connector en VE, disposa de 7 clavilles (L1, L2, L3, N, PE, CP, PP), Connexió monofàsica o trifàsica, de fins a 62A, 500V i una potència de 43kW com a màxim, aquesta toma tampoc té obturadors i el grau de l' IP és IPXXB. Ja sigui monofàsic o trifàsic s'utilitza el mateix connector.

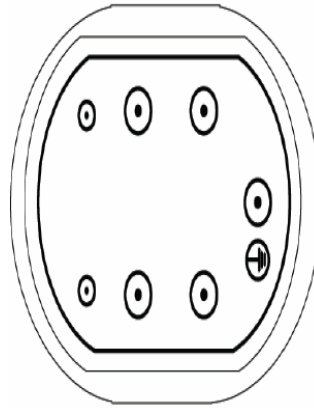


Il·lustració 20: Toma Mennekes.

5.3.3. Tipus 3 (Scame-Schneider-Legrand (IT/FR)).

Connexió monofàsica o trifàsica, de fins a 32A, 500V i 22kW de potència màxima, consta de 7 clavilles (L1, L2, L3, N, PE, CP, PP), disposa d'obturadors que eviten el contacte directe amb les parts que estan sotmeses a una tensió, grau de protecció IPXXD denominada "child protection".

La majoria d'especialistes del sector creuen que aquest és el millor mètode de càrrega, ja que segons la norma IEC-61851, les tomes de corrent d'aquest tipus són les que ofereixen la màxima seguretat. I aconseguir una gestió intel·ligent de la recàrrega.



Il·lustració 21: Toma Scame-Schneider-Legrand.

6. EL VE ES CONNECTEN A LA XARXA.

El sistema elèctric d'un territori es dimensiona per a donar resposta al conjunt d'activitats que requereixen energia en cada moment del dia o època de l'any, així com a la consegüent demanda de potència global. La incorporació del vehicle elèctric a aquest ventall d'usos comportarà -a mitjà i llarg termini- una demanda d'electricitat afegida que cal preveure a fi d'evitar els impactes potencials sobre el sistema i garantir la viabilitat d'aquest salt tecnològic.

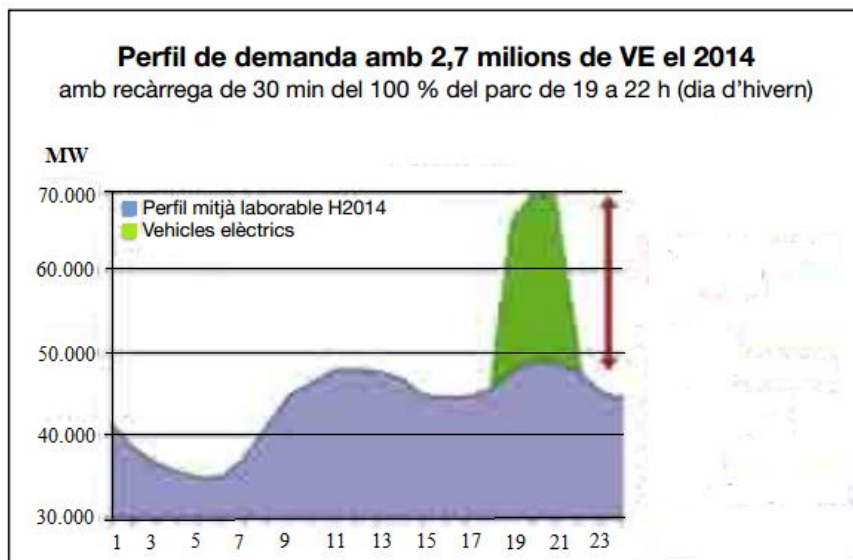
Actualment, en hores vall, el sistema elèctric espanyol demana una potència d'uns 22.000 MW, mentre que, en hores punta, arriba fins als 45.000 MW, aproximadament.

El vehicle elèctric és un nou consum que s'afegeix als que ja hi ha, per la qual cosa el sistema ha permetre integrar-lo progressivament sense que calgui dotar-lo d'una nova infraestructura. La presència al carrer d'un milió de vehicles elèctrics l'any 2014 només representaria, segons l'estimació feta, un increment de l'1% de la demanda elèctrica anual, si bé cal tenir en compte en quins moments del dia es produiria aquesta demanda: en hores vall o punta, en quant de temps, en condicions o no de simultaneïtat.

Si la recàrrega dels vehicles es realitzés en hores punta, es produiria un increment de la demanda d'energia elèctrica que exigiria augmentar la potència de generació instal·lada. Si, en canvi, el procés de recàrrega es dugués a terme de manera massiva en hores vall i, a més, lentament (recàrrega a baixa potència) i amb control de la potència de recàrrega, el resultat sobre el perfil de la demanda seria un augment del consum en aquest període del dia que no modificaria significativament el consum en les hores punta (aplanament de la corba descàrrega). D'aquesta manera, s'aconseguiria també una interacció més gran de generació elèctrica amb energies renovables en hores vall.

Les característiques de la recàrrega (durada, període horari, nivell d'interacció amb el sistema) resulten determinants pel que fa a l'operativitat i l'eficiència global del sistema. Així, si la integració del vehicle elèctric es duu a terme en les condicions esmentades (recàrrega lenta en hores vall amb control de la recàrrega), no sembla necessari introduir canvis significatius en les infraestructures de producció i transport d'energia elèctrica.

➤ Recàrrega en hores punta.

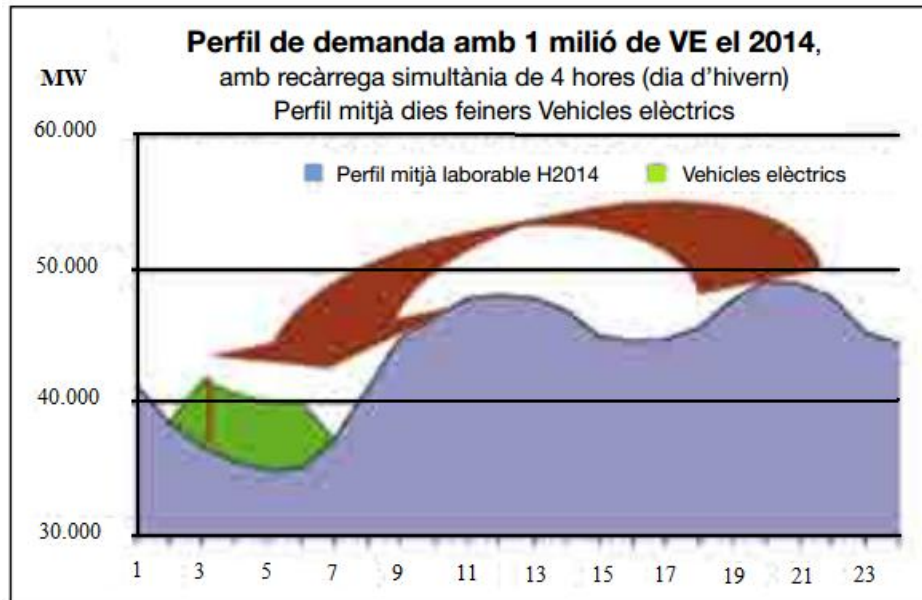


Gràfica 8: Recàrrega en hores punta.

Sense regulació de preus la probabilitat és que el 100% de VE recarreguin a la punta de la tarda (entre les 18 i les 22h). Si això passés requeriríem un sobre dimensionament del sistema de transport i generació. Aquest seria el cas més desfavorable: que els vehicles es connectessin a la xarxa en el moment en què s'acumula el final de jornada, amb el retorn a la llar i les pitjors condicions meteorològiques, aproximadament entre les 18 i les 22 hores.

Resulta obvi que el pic que representaria comportaria seriosos problemes de capacitat del sistema que farien força inviable la implantació i popularització del VE.

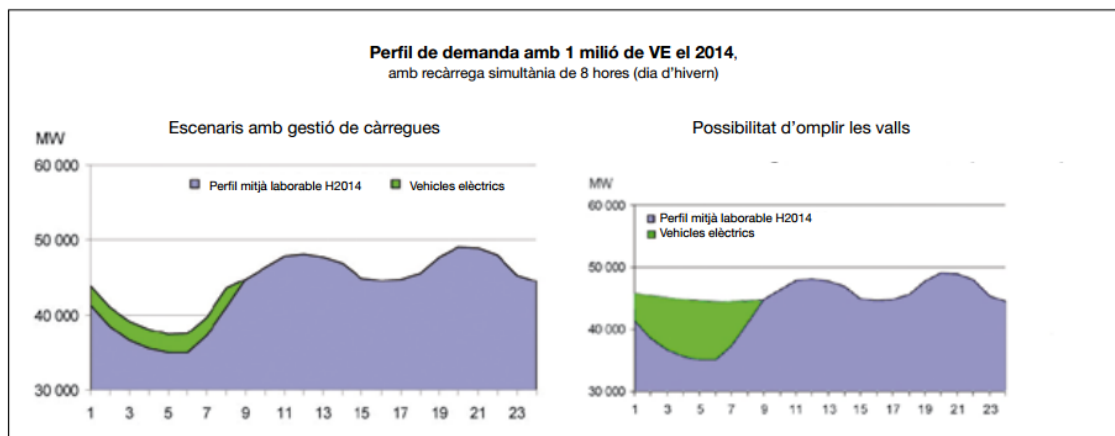
- Recàrrega en hora vall SENSE gestió intel·ligent.



Gràfica 9: Recàrrega en hores vall sense gestió intel·ligent.

. L'altre possibilitat seria un desplaçament d'aquesta punta a les hores vall. Carregar durant la nit, farà que es produeixi una eficiència més gran del sistema, com també una integració més elevada de les renovables. El problema que trobem és que hi poden haver salts bruscos en la demanda que dificultin l'operació. Ara bé, malgrat que al sistema no li representaria problemes de capacitat, sí que podrien donar-se problemes de gestió i d'integració de les energies renovables

- Recàrrega en hores vall amb gestió intel·ligent.



Gràfica 10: Recàrrega en hores vall amb gestió intel·ligent.

Cas òptim teòric, i aplicant durant 24h una gestió de demanda mitjançant l'ús de xarxes intel·ligent. En aquest darrer cas, s'efectuaria la càrrega dels vehicles a les hores vall, però amb una gestió intel·ligent dels elements de càrrega, de manera que s'evitessin les puntes de demanda.

6.1. Tarifes de discriminació horària.

Les Tarifes vigents d'electricitat a partir de l'1 de gener de 2012, publicats al BOE del 31 de desembre de 2011 i corregits per Resolució de 2-feb-2012 (BOE 7-feb).

6.1.1. TUR: Sense discriminació horària.

Tipus de tarifa	Terme de potència €/kW-any	Terme d'energia €/kWh
Potència ≤10kW	20,633129	0,142319

Taula 3: Tarifes sense discriminació horària.

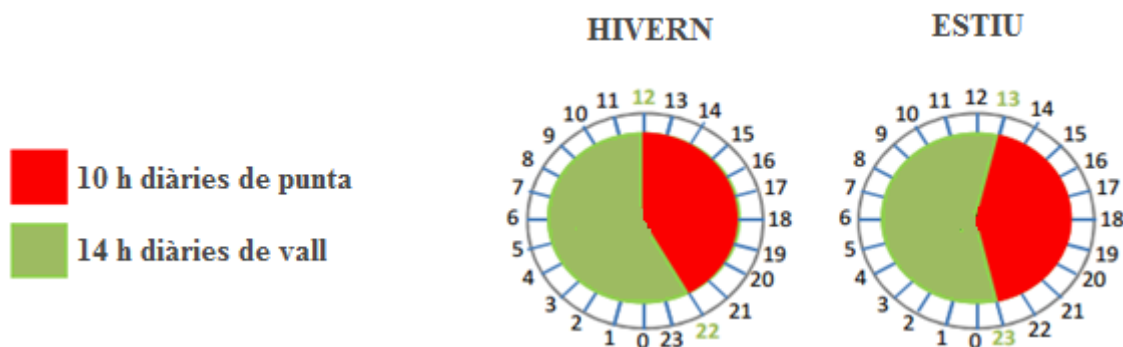
Amb aquesta tarifa tota l'energia es factura al mateix preu.

6.1.2. TUR: Amb discriminació horària de dos períodes (antiga tarifa nocturna).

Tipus de tarifa	Terme de potència €/kW-any	Terme d'energia P1 €/kWh	Terme d'energia P2 €/kWh
Potència ≤10kW	20,633129	0,164896	0,067697

Taula 4: Tarifes amb discriminació horària de dos períodes.

P1 són “hores punta” de les 12 del matí a les 22h al hivern i entre les 13h i les 23h a l'estiu. P2 són “hores vall” que recull la resta d'hores.



Il·lustració 22: Hores diàries de vall i punta.

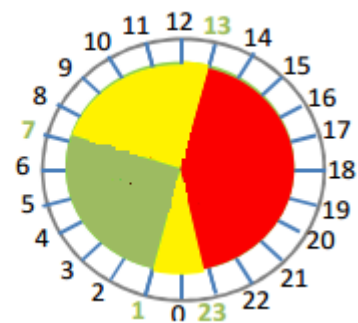
6.1.3. TUR: Amb discriminació horària súper vall.

Tipus de tarifa	Terme de potència €/kW-any	Terme d'energia P1 €/kWh	Terme d'energia P2 €/kWh	Terme d'energia P3 €/kWh
Potència ≤10kW	20,633129	0,167056	0,080880	0,055744

Taula 5: Tarifes amb discriminació horària súper vall.

Aquesta és una tarifa especial per la recarrega de VE, en la que els períodes són els que són, tant a l'estiu com al hivern:

- P1: 13:00 – 23:00
- P2: 23:00 – 1:00 ; 7:00 – 13:00
- P3: 1:00 – 7:00

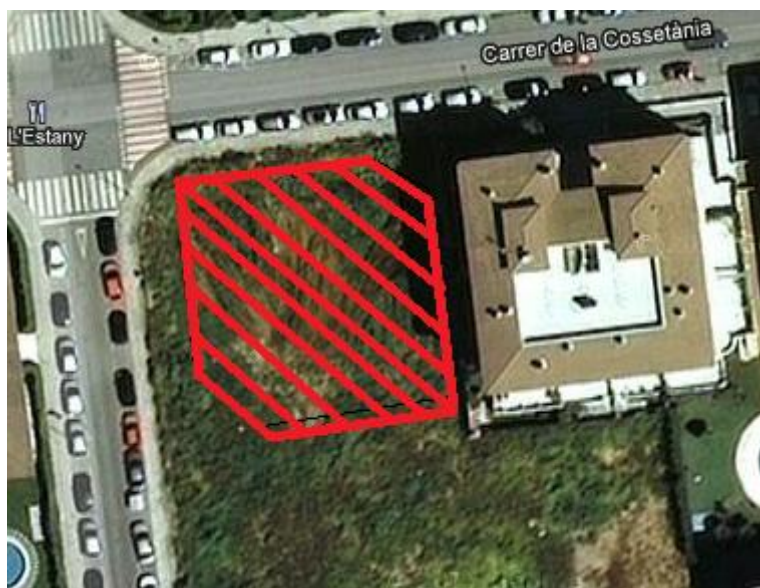


Il·lustració 23: Hores diàries de punta, pla i súper vall.

7. DESCRIPCIÓ DE L'EDIFICI.

7.1. Ubicació.

L'edifici el trobarem a Calafell platja, al encreuament entre el Carrer de la Cossetània i el Carrer de Mercè Rodoreda.



Il·lustració 24: Emplaçament de l'edifici.

7.2. Característiques de l'edifici.

L'edifici objecte del projecte és un edifici destinat a vivendes, amb una superfície útil de 1000m^2 i té una superfície destinada al pàrking de $276'5\text{m}^2$, construït amb una proposta de realització d'un edifici de 4 vivendes per planta.

Consta de pàrking, amb una capacitat de 12 places, planta baixa, primer pis i segon pis. L'alçada de cada vivenda és de $2'8\text{m}$ i entre vivendes hi haurà $0'5\text{m}$ de separació.

La comunicació vertical entre plantes es fa a través d'un ascensor i d'unes escales.

Hi ha dos tipus de vivenda la vivenda 1 i la vivenda 2.

➤ VIVENDA 1.

	Superfície(m ²)	Volum(m ³)	Perímetre(m)
Dormitori 1	12'54	35'112	14'79
Dormitori 2	7'20	20'16	11'09
Terrassa	5'21	-	13'67
Bany	5'42	15'17	9'62
Passadís	2'48	6'94	7'12
Cuina	6'21	17'38	10'50
Menjador	22'40	62'72	19'80
Traster	2'86	8'00	6'78

Taula 6: Superfície de la vivenda 1.

➤ VIVENDA 2.

	Superfície(m ²)	Volum(m ³)	Perímetre(m)
Dormitori 1	12'38	34'66	14'50
Dormitori 2	9'06	25'36	13
Terrassa	3'39	-	9'74
Bany	5'25	14'70	9'50
Passadís	2'85	8	7'90
Cuina	9'20	25'78	13'20
Menjador	21'70	60'76	19'40
Traster	3'7	10'36	7'7

Taula 7: Superfície de la vivenda 2.

➤ PÀRKING.

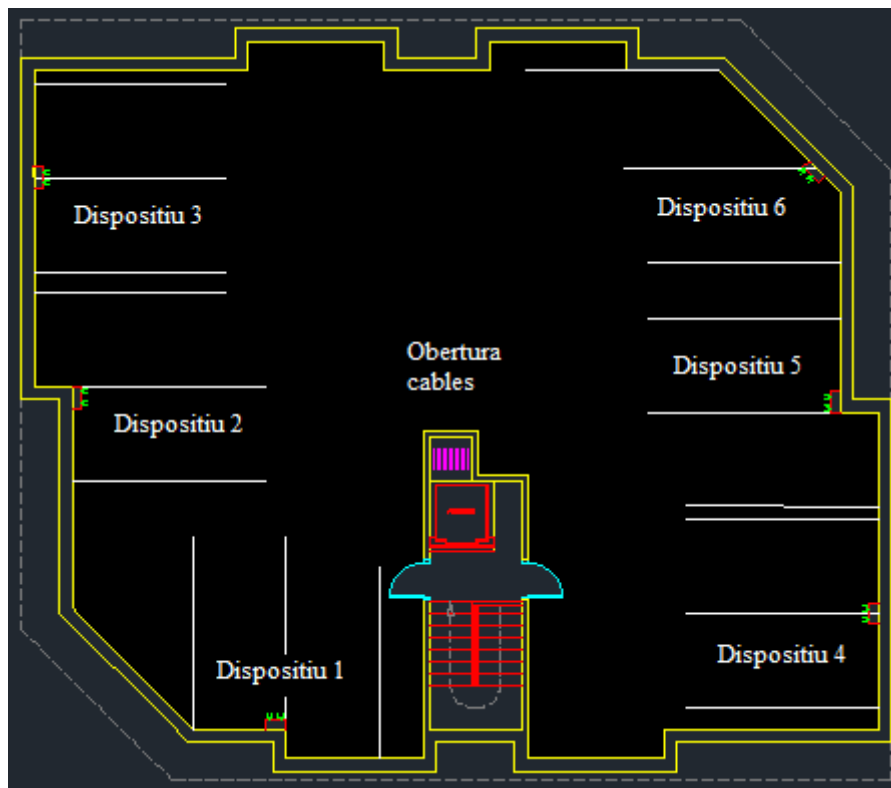
	Superfície(m ²)	Volum(m ³)	Perímetre(m)
Pàrking	276,5	774,2	85,631

Taula 8: Superfície pàrking.

7.3. Superfícies útils del Pàrking.

El pàrking té una superfície útil de $276'5\text{m}^2$, disposa de 12 places d'aparcament, de 4,5m de llarg i 2,2 metres d'ample, aquestes dimensions de les places són les que indica la normativa del municipi.

Trobarem un dispositiu de recàrrega per cada dues places, aquest dispositiu estarà situat gairebé a l'alçada del terra ja que d'aquesta manera evitarem donar-li cops amb el vehicle.



Il·lustració 25: Pàrking.

Les distàncies entre la obertura per on els cables van a cada vivenda i cada un dels dispositius és:

- Fins al dispositiu de recarrega 1 = 10m ; Fins al dispositiu de recarrega 4 = 19,61m
- Fins al dispositiu de recarrega 2 = 21,20m ; Fins al dispositiu de recarrega 5 = 25,31m
- Fins al dispositiu de recarrega 3 = 26,81m ; Fins al dispositiu de recarrega 6 = 31,11m

7.4. Previsió de carregues.

7.4.1. Previsió vivendes.

➤ Vivenda 1.

	Potència (W)	Hores de consum setmanal	Hores de consum bimensual	Despesa (Wh)
Rentadora	2.000	8	64	128.000
Forn	1.300	1h45min	15	19.500
Televisor	70	42	360	25.200
Extractor de fums	25	35min	10	250
Ordinador	300	42	360	108.000
Aparell de música	75	28	240	18.000
Nevera/Congelador	180	56	480	86.400
Planxa	1.200	1	8	9.600
Il·luminació	-	-	-	10.408
TOTAL				405.350

Taula 9: Previsió de càrregues vivenda 1.

El tipus de Vivenda 1 té un consum bimensual de 405,350kW, per tant té un consum anual de 2.432,1kW.

Amb el funcionament simultani de tots els electrodomèstics trobem 5.150W.

➤ Vivenda 2.

	Potència (W)	Hores de consum setmanal	Hores de consum bimensual	Despesa (Wh)
Rentadora	2.000	8	64	128.000
Forn	1.300	1h45min	15	19.500
Televisor	70	42	360	25.200
Extractor de fums	25	35min	10	250
Ordinador	300	42	360	108.000
Aparell de música	75	28	240	18.000
Nevera/Congelador	180	56	480	86.400
Planxa	1.200	1	8	9.600
Il·luminació	-	-	-	9.239
TOTAL				404.189

Taula 10: Previsió de càrregues vivenda 2.

El tipus de Vivenda 2 té un consum de 404,189kW cada dos mesos, es a dir, consumeix anualment 2.425,13kW.

Funcionant tots els aparells a la vegada trobarem un total de 5.150W.

A les vivendes el coeficient de simultaneïtat és 1, aleshores en els dos tipus de vivenda disposarem d'una electrificació bàsica de 5.750W encara que sigui superior a la potència obtinguda a les nostres vivendes, és la potència mínima ha instal·lar.

Podem trobar els càlculs i justificacions a l'Annex A.

I els Watts totals de totes les vivendes serà:

Segons ITC-BT-10, previsió de càrregues per a subministraments en baixa,

Nº Habitatges	Coefficient simultaneïtat
1	1
5	4,6
10	8,5
12	9,9
15	11,9
20	14,8
21	15,3
>21	15,3+(n-21)·0,5

Taula 11: Coeficients de simultaneïtat.

$$P_T = \left(\frac{n^{\circ} \text{ habitatges} \cdot P_{\text{cada habitatge}}}{n^{\circ} \text{ habitatges}} \right) \cdot \text{Coefficients simultaneïtat}$$

Equació 1: Formula per calcular la potència d'un edifici.

$$P_T = \left(\frac{12 \cdot 5.750}{12} \right) \cdot 9,9 = 56.925W$$

Potència total de l'edifici = 56.925W.

7.4.2. Previsió espais comuns.

La potència necessària en cada part del bloc de pisos serà diferent, i variarà en funció de les dimensions, tipus de lluminàries utilitzades i en quina part ens trobem.

	Superfície (m ²)	Tipus lluminàries	Potència (W)
Ascensor	-	-	4.500
Passadissos	79	Incandescència	1.185
Escales	32	Incandescència	256
Pàrking	276'5	Fluorescència	7.465'5

Taula 12: Previsió de càrregues espais comuns.

Els càlculs per realitzar la previsió de càrregues dels espais comuns els trobarem a l'Annex A.

7.4.3. Previsió de càrregues d'alguns VE.

El consum elèctric de cada vehicle variarà en funció de la capacitat de la seva bateria.

	Capacitat Bateria (kWh)	Temps una recarrega des de 0 (hores)	Potència consumida per recarrega (W)
Nissan LEAF	24	7,7	28.232
Opel Ampera	16	5,2	19.136
Mercedes-Benz Clase A E-CELL	36	11'5	42.356
Renault Fluence	22	7	25.760
Chevrolet Volt	16	5,2	19.136
Peugeot iON	16	5,2	19.136

Taula 13: Previsió de càrregues VE.

Si el cotxe no està totalment descarregat que és el que passarà la majoria dels cops el temps d'espera i la potència consumida es calculen diferent.

$$temps d'espera = \frac{Capacitat \cdot (1 - factor de càrrega)}{Potència real}$$

Equació 2: Formula per saber el temps de càrrega en cas que el VE no estigui totalment descarregat.

El factor de carrega pot esser :

- A la meitat de càrrega: (1 – 0,5)
- A una quarta part d'estar al 100%: (1 – 0,25)
- A un quart de càrrega: (1 – 0,75)

Tots els càlculs es troben a l'Annex A.

8. DISENY INSTAL·LACIÓ.

8.1. Problemàtica per la instal·lació.

Els problemes amb el que ens hem trobat a l'hora d'escollir el material a instal·lar al pàrking han sigut:

- La protecció per a les persones.
- Tipus de càrrega que es vol utilitzar.
- Utilització d'un connector i cable estàndard.
- No tindre la necessitat de modificar tot el subministrament de la vivenda ja existent.
- El pagament individual per a la potència utilitzada.
- Impedir que les altres persones robessin la teva energia.

Per tal que les persones estessin protegides de la corrent, s'ha escollit un RVE-CP2-P com a dispositiu de recàrrega, ja que disposa de dos interruptors de potència diferencials, un per a cada endoll.

Ens hem decantat per utilitzar un tipus de càrrega lenta que trigui a carregar entre 6 i 8 hores, perquè la idea és que els VE es carreguin en horari nocturn que coincideix amb les hores vall de demanda.

En aquest cas s'han utilitzat endolls convencionals "shuko" de 16A i a una tensió de 230V.

S'ha intentat modificar el mínim de la xarxa ja existent en la vivenda tot i que en alguns casos s'ha aconseguit millor que en altres.

Per tal que cada veí pagui el que consumeix i per evitar que es pugui robar l'energia d'altres persones s'han instal·lat, en alguns casos, un comptador per dispositiu si no directament s'utilitza el comptador de la vivenda.

Els dispositius funcionaran per prepagament amb targeta, aquesta targeta s'adquirirà prèviament en algun caixer plena de crèdits els qual equivalen al temps de recàrrega, s'utilitzarà de manera que al introduir la targeta l'equip la valida i dona corrent i al treure la targeta ja podem recarregar el vehicle.

Al acabar de carregar tornem a introduir la targeta al dispositiu i ens retornarà el saldo restant, d'aquesta manera no es podrà robar l'energia del altres.

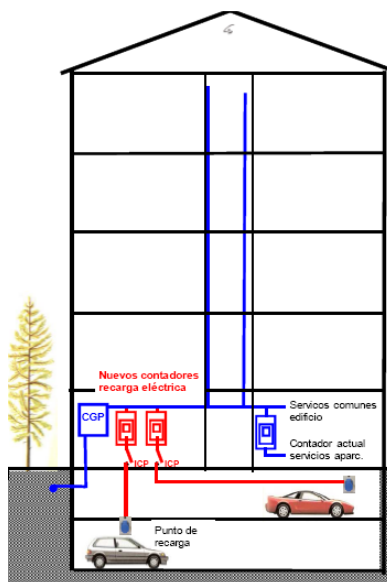
8.2. Diferents possibilitats de carregar VE en una vivenda plurifamiliar.

Des del punt de vista del subministrament elèctric per la recàrrega de vehicles elèctrics trobarem quatre possibilitats tècniques que marcaran també la relació amb les companyies distribuïdores i comercialitzadores:

- Nou subministrament individual.
- Nou subministrament col·lectiu per VE.
- Subministrament existent individual en vivenda.
- Subministrament existent col·lectiu de serveis d'aparcament.

8.2.1. Nou subministrament individual.

Aquesta alternativa contempla la contractació d'un nou punt de subministrament per a cada vehicle elèctric. Donat que cada plaça d'aparcament podria requerir subministrament elèctric seria necessari reservar espai per ubicar els nous comptadors en un esquema de centralització de comptadors.

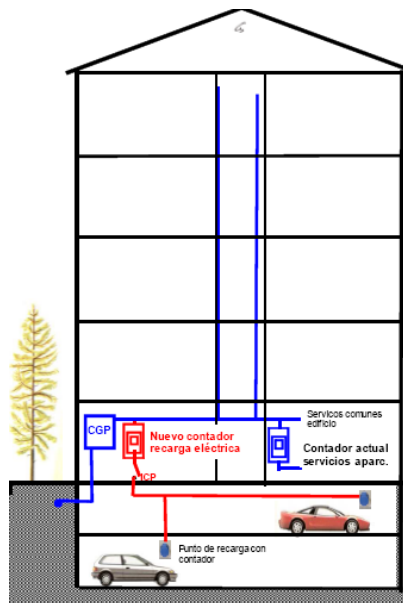


Il·lustració 26: Nou subministrament individual.

8.2.2. Nou subministrament col·lectiu.

Aquesta opció contempla l'alternativa de contractar un nou subministrament col·lectiu per als VE.

Per aquesta alternativa es necessària la instal·lació d'equips de mesura individuals per la repercussió dels costos, així com la gestió dels consums i els pagaments.

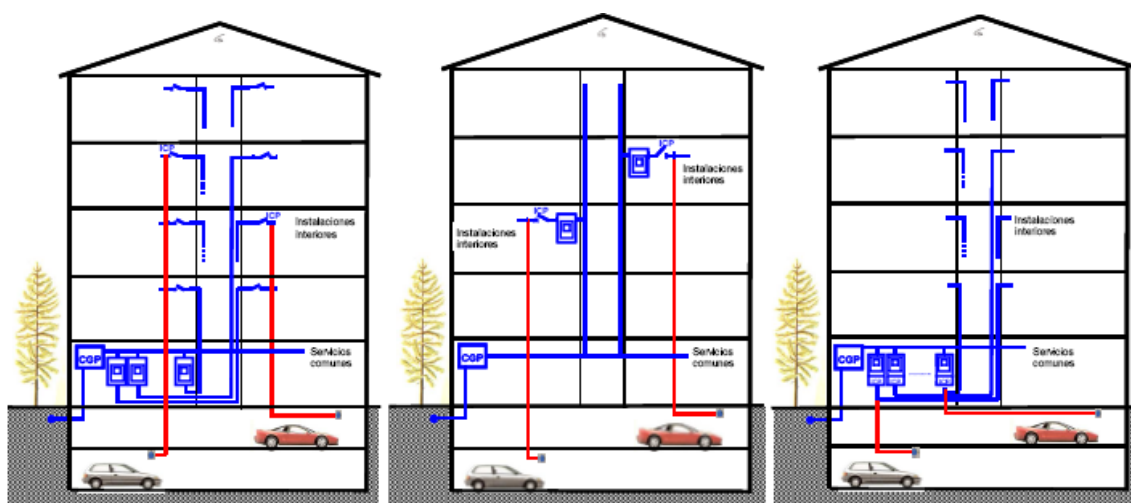


Il·lustració 27: Nou subministrament col·lectiu per VE.

És de fàcil instal·lació, necessita un nou contracte entre l'empresa comercialitzadora i la comunitat, no es pot aplicar la tarifa TUR ($\leq 10\text{kW}$), es pot utilitzar la potència sobrant de la comunitat més una possible ampliació de potència, l'empresa distribuïdora podrà exigir una ampliació de potència, a cada plaça s'hauria d'instal·lar un comptador individual i s'han de repartir els costos.

8.2.3. Subministrament existent individual en vivenda.

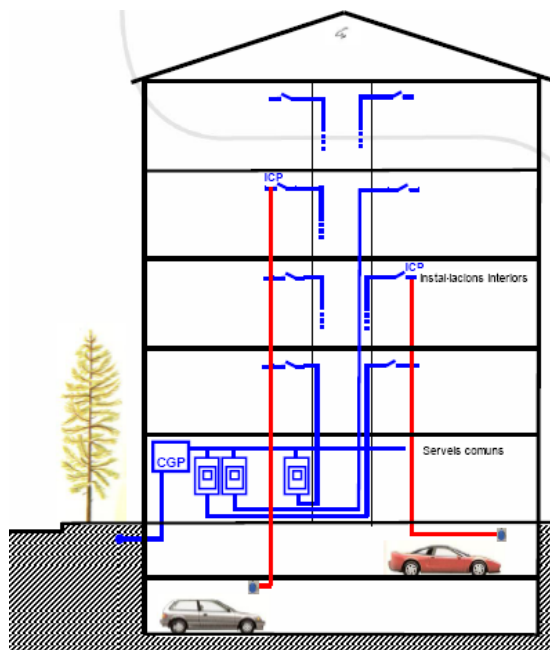
Aquesta opció consisteix en que la instal·lació per recarregar els VE surti del subministrament individual de la vivenda existent en l'edifici. La posició del comptador i de l'Interruptor de Control de Potència (ICP) determinarà la dificultat en l'extensió del subministrament, en funció de si estan ubicats en vivenda o estan centralitzats en una zona propera al pàrking. S'haurà d'estudiar la viabilitat d'aquesta extensió.



Il·lustració 28: Subministrament existent individual en vivenda.

8.2.3.1. Comptador centralitzat i ICP a la vivenda.

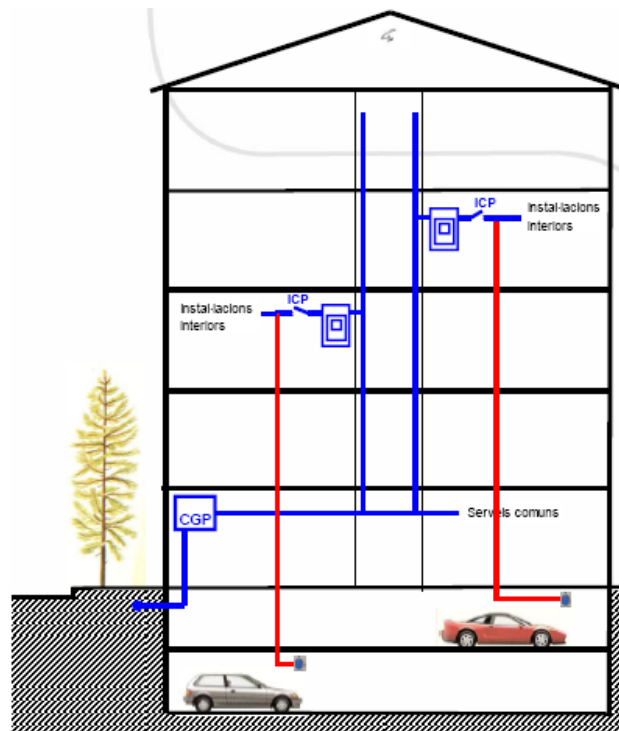
Mateix terme de potència actual o amb una petita modificació, es recarrega per les nits, es pot acollir a tarifes TUR, requereix fer la instal·lació de cable del pis a la plaça, difícilment hi haurà una tarifa de bons social o ampliar el terme de potència que el limita i pot suposar un canvi en la normativa d'incendis.



Il·lustració 29: Comptador centralitzat i ICP a la vivenda.

8.2.3.2. Comptador i ICP a la vivenda.

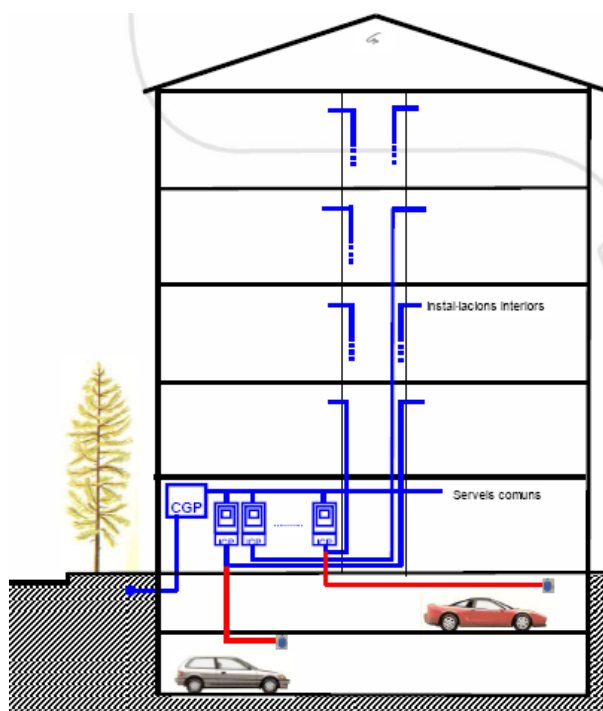
Mateix terme de potència actual o amb una petita modificació, es recarrega per les nits, es pot acollir a tarifes TUR, requereix fer la instal·lació de cable del pis a la plaça, difícilment hi haurà una tarifa de bons social o ampliar el terme de potència que el limita i pot suposar un canvi en la normativa d'incendis.



Il·lustració 30: Comptador i ICP a la vivenda.

8.2.3.3. Comptador i ICP centralitzats.

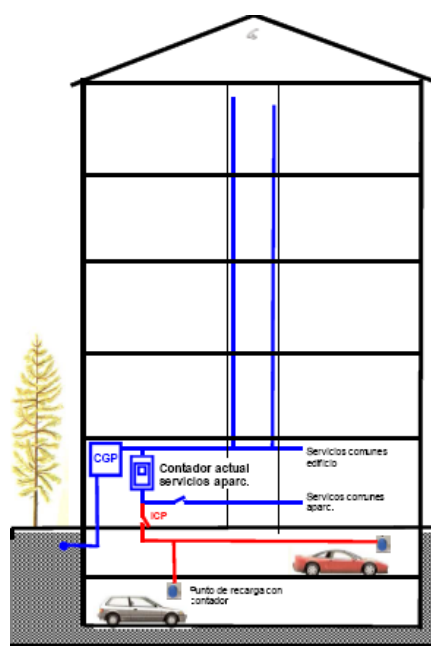
Requereix una reforma integral de la sala de comptadors, esta totalment immers en el Pla Renove Comptadors, solució òptima per no superar el terme de potència contractat, el client és el que realitza la gestió, requereix rearmar l' ICP (desplaçar-lo,clau..), es pot acollir a la TUR, difícilment es pot acollir a tarifes de bons socials o incrementar la potència que la limita i podria suposar un canvi en la normativa d'incendis.



Il·lustració 31: Comptador i ICP centralitzats.

8.2.4. Subministrament existent col·lectiu de serveis d'aparcament.

S'utilitza el subministrament ja existent dels serveis comunitaris de l'aparcament. En funció de la potència contractada i de les noves necessitats dels VE serà necessària l'ampliació de potència del subministrament. També serà necessària la instal·lació d'equips de mesura individuals per la repercussió dels costos, així com la gestió dels consums i als pagaments corresponents tant a l'energia com a la potència.



Il·lustració 32: Subministrament existent col·lectiu de serveis d'aparcament.

8.3. Càlculs justificatius del material.

8.3.1. Selecció del cable i dimensionat del mateix.

El cable escollit és un cable multi conductor en conducte sobre paret de fusta o de mamposteria (totxos, formigó, guix...), no espaiat una distancia inferior a 0,3 vegades el diàmetre del conducte.

Es tractaria d'un cable monofàsic de coure, ja que es tracta d'un endoll convencional de potència 3'6kW, del tipus B2 amb aïllament de XLPE, ja que pels aïllaments del tipus termoplàstics han de suportar com a màxim 40°C de temperatura ambient i 70°C en el conductor, amb una intensitat de 16A i una tensió de 230V.

Per calcular la secció del cable ens hem seguit el criteri d'escalfament i el criteri de la caiguda de tensió.

A través del criteri d'escalfament obtenim la corrent màxima que pot circular pels conductors en funció de la secció i de l' aïllament, segons ens indica la R.E.B.T. en la instrucció MI BT 017.

El criteri de la caiguda de tensió segons la MI BT 016 ens informa que la màxima caiguda de tensió en endolls ha de ser del 5%.

➤ Criteri d'escalfament:

En monofàsic la formula de la intensitat és:

$$I = \frac{P}{V_L \cdot \cos(\varphi)}$$

Equació 3: Formula per calcular la intensitat en el criteri d'escalfament.

On:

I = Intensitat nominal de la línia en A.

P = Potència total en W.

V_L = Tensió nominal de la línia en V.

$\cos(\varphi)$ = Factor de potència de la instal·lació.

➤ Criteri de caiguda de tensió:

La caiguda de tensió monofàsica:

$$\Delta V(\%) = \varphi \cdot \frac{1}{S} \cdot (L \cdot I \cdot \cos(\varphi))$$

Equació 4: Formula per calcular la caiguda de tensió C.d.T.

On:

$\Delta V(\%)$ = Tant per cent de caiguda de tensió.

φ = Resistivitat del conductor ($m\Omega \times mm^2$).

S = Secció del cable en mm^2 .

L = Longitud del cable en metres.

I = Intensitat nominal de la línia en A.

$\cos(\varphi)$ = Factor de potència de la instal·lació.

Trobarem tots els càlculs realitzats per tal de trobar la secció dels conductors a l'Annex A.

8.3.1.1. *En el cas que es tracti de nou subministrament individual.*

Al tractar-se d'un nou subministrament la potència de l'edifici seguirà sent de 56.925W.

Però disposarem d'un subministrament nou per a cada VE amb una potència de :

$$P_T = \left(\frac{n^{\circ} \text{ habitatges} \cdot P_{\text{cada habitatge}}}{n^{\circ} \text{ habitatges}} \right) \cdot \text{Coeficient simultaneïtat}$$

$$P_T = \left(\frac{12 \cdot 5.750 + 6 \cdot 7.360}{18} \right) \cdot 13,7 = 86.128W$$

Per tal de calcular la secció a utilitzar s'han utilitzat el criteri d'escalfament i el criteri de caiguda de tensió.

➤ Criteri d'escalfament.

El nostre cas es tracta d'una línia monofàsica d'una potència de 7.360W, per tant, té una intensitat de 32A.

Segons la taula de Prysmian,

$$31 < I < 40$$

Segons R.E.B.T. en instal·lacions de coure monofàsiques del tipus 2 amb aïllament de XLPE, la secció serà de 6mm².

$$\text{Secció} = 6\text{mm}^2$$

➤ Criteri de caiguda de tensió.

En el nostre cas es tracta d'una línia monofàsica, disposarem de 6 dispositius per la recàrrega de vehicles elèctrics en el pàrk, 1 per cada 2 places d'aparcament, aquests dispositius estaran situats a diferents distàncies d' on trobarem tots els nous comptadors centralitzats.

Seccions:

	Longitud (m)	Secció obtinguda (mm ²)	Secció a utilitzar (Prysmian) (mm ²)
Cable 1	10	0,6324	1,5
Cable 2	21,20	1,3407	1,5
Cable 3	26,81	1,6955	2,5
Cable 4	19,61	1,2401	1,5
Cable 5	25,31	1,6006	2,5
Cable 6	31,11	1,9674	2,5

Taula 14: Seccions cable per un nou subministrament individual.

En tots els casos utilitzarem la secció obtinguda segons el criteri d'escalfament i menysprearem els resultats aconseguits mitjançant el criteri de la caiguda de tensió, ja que per dimensionar un cable sempre utilitzarem el cas més desfavorable que en aquest cas és la secció de 6mm².

$$\text{Secció} = 6\text{mm}^2$$

8.3.1.2. En el cas que es tracti d'un nou subministrament col·lectiu per VE.

Al tenir un únic comptador per a tots els dispositius, inicialment serà una línia trifàsica que posteriorment cada fase alimentarà a 2 dispositius, per tant, la potència serà:

$$P_T = \left(\frac{n^{\circ} \text{ habitatges} \cdot P_{\text{cada habitatge}}}{n^{\circ} \text{ habitatges}} \right) \cdot \text{Coeficient simultaneïtat}$$

$$P_T = \left(\frac{12 \cdot 5.750 + 6 \cdot 7.360}{18} \right) \cdot 13,7 = 86.128W$$

Tota la línia trifàsica tindrà una intensitat de 192A i cada una de les fases de 64A

➤ Criteri d'escalfament del cable principal.

Segons la taula de Prysmian,

$$185 < I < 224$$

Per tant,

La secció a utilitzar és la de 95mm².

$$\text{Secció} = 95\text{mm}^2$$

➤ Criteri d'escalfament per als sub-cables.

Es tracta d'una línia trifàsica, per tant, utilitzarem només una fase per a cada dos dispositius per tal que sigui monofàsic.

Segons R.E.B.T. en instal·lacions de coure monofàsiques del tipus 2 amb aïllament de XLPE, la secció serà de 16mm².

$$\text{Secció} = 16\text{mm}^2$$

- Criteri de caiguda de tensió.

Trobarem que amb cada fase alimentem 2 dispositius, els hem agrupat en: el dispositiu 1 i el 2 amb una fase, el 3 i el 4 amb una altre i finalment el 5 i el 6 amb la fase restant.

Seccions:

	Longitud (m)	Secció obtinguda (mm ²)	Secció a utilitzar (Prysmian) (mm ²)
Cable principal	7	2,6561	4
Divisions del cable			
L1	14,20	1,796	2,5
L2	19,81	2,5056	4
L 3	24,11	3,0495	4

Taula 15: Seccions cable per un nou subministrament col·lectiu per a VE.

En tots els casos ja es tracti del cable principal com de les seves divisions utilitzarem la secció obtinguda segons el criteri d'escalfament i menysprearem els resultats aconseguits mitjançant el criteri de la caiguda de tensió.

Aleshores,

$$\text{Secció principal} = 95\text{mm}^2$$

$$\text{Secció divisions} = 16\text{mm}^2$$

8.3.1.3. Quan es tracta d'utilitzar el subministrament ja existent individual.

En aquest cas, i, per tal de que sigui més fàcil de portar a terme hem decidit instal·lar un dispositiu per a cada vehicle. I també que coincideixin les parelles de cotxes amb veïns de la mateixa planta, es a dir, per exemple que els veïns del segon primera i del segon segona tinguin els cotxes un al costat de l'altre i el mateix passaria amb els del segon tercera i segon quarta i així a cada una de les tres plantes.

A més s'ha de tenir en compte que s'haurà d'incrementar la potència contractada a 9.200W.

Aquest grup es pot dividir en tres subgrups:

- ICP a la vivenda i comptador centralitzat.
- Comptador i ICP a la vivenda.
- Comptador i ICP centralitzats.

S'haurà d'augmentar la potència de l'edifici, que abans era de 56.925W, i en aquestes tres possibilitats serà de :

$$P_T = \left(\frac{n^{\circ} \text{ habitatges} \cdot P_{\text{cada habitatge}}}{n^{\circ} \text{ habitatges}} \right) \cdot \text{Coeficient simultaneïtat}$$

$$P_T = \left(\frac{12 \cdot 9.200}{12} \right) \cdot 9,9 = 91.080W$$

A les opcions que es troben dins d'aquest grup, per tal de facilitar les coses, s'ha decidit que cada veí usuari de cotxe elèctric disposi d'un dispositiu de recàrrega propi.

S'ha de tindre en compte que cada vivenda té una alçada de 2,8m i hi ha una separació de 0,5m entre vivendes, entendrem que l' ICP estarà a una alçada de 2m. També cal saber que el dispositiu de recàrrega estarà a l'alçada del terra gairebé.

S'haurà de tenir en compte que la caiguda de tensió començarà a partir del comptador.

Creient que el comptador general de potència i tot el subministrament entren per la planta baixa.

8.3.1.3.1. **ICP A LA VIVENDA I COMPTADOR CENTRALITZAT.**

- Criteri d'escalfament.

Aquest criteri serà idèntic per a tots els pisos de l'edifici, al tindre una potència de 9.200W hi haurà una intensitat de 40A.

Per tant, segons la taula de Prysmian,

$$\text{Secció} = 6\text{mm}^2$$

- Criteri de caiguda de tensió.

Distàncies:

	TOTAL (m)
2 ⁿ 1 ^a → Dispositiu 1	40,01
2 ⁿ 2 ^a → Dispositiu 1	46,17
2 ⁿ 3 ^a → Dispositiu 2	52,52
2 ⁿ 4 ^a → Dispositiu 2	60,56
1 ^{er} 1 ^a → Dispositiu 3	50,22
1 ^{er} 2 ^a → Dispositiu 3	55,55
1 ^{er} 3 ^a → Dispositiu 4	44,33
1 ^{er} 4 ^a → Dispositiu 4	52,49
Baixos 1 ^a → Dispositiu 5	34,515
Baixos 2 ^a → Dispositiu 5	40,65
Baixos 3 ^a → Dispositiu 6	41,63
Baixos 4 ^a → Dispositiu 6	49,79

Taula 16: Distància entre la vivenda i el dispositiu.

Seccions:

	Longitud (m)	Secció obtinguda (mm²)	Secció a utilitzar (Prysmian) (mm²)
Cable 1	40,01	3,1628	4
Cable 2	46,17	3,65	4
Cable 3	52,52	4,1518	6
Cable 4	60,56	4,7874	6
Cable 5	50,22	3,97	4
Cable 6	55,55	4,3913	6
Cable 7	44,33	3,5043	4
Cable 8	52,49	4,1494	6
Cable 9	34,515	2,7284	4
Cable 10	40,65	3,2134	4
Cable 11	41,63	3,2909	4
Cable 12	49,79	3,936	4

Taula 17: Seccions cable quan ICP està a la vivenda i el comptador centralitzat.

Aleshores, utilitzarem cables amb una secció de 6mm^2 en cada cas com ens mostra el criteri d'escalfament ja que hem d'utilitzar el cas més desfavorable que en aquest cas es tracta del criteri de caiguda de tensió.

$$\text{Secció} = 6\text{mm}^2$$

8.3.1.3.2. ICP / COMPTADOR A LA VIVENDA.

- Criteri d'escalfament.

Aquest criteri serà idèntic per a tots els pisos de l'edifici, al tindre una potència de 9.200W hi haurà una intensitat de 40A.

Per tant, segons la taula de Prysmian,

$$\text{Secció} = 6\text{mm}^2$$

- Criteri de caiguda de tensió.

Seccions:

	Longitud (m)	Secció obtinguda (mm^2)	Secció a utilitzar (Prysmian) (mm^2)
Cable 1	26,255	2,0755	2,5
Cable 2	29,35	2,3201	2,5
Cable 3	38,11	3,0126	4
Cable 4	42,13	3,3304	4
Cable 5	39,765	3,1435	4
Cable 6	42,03	3,3225	4
Cable 7	33,22	2,6261	4
Cable 8	37,30	2,9486	4
Cable 9	30,165	2,3845	2,5
Cable 10	33,23	2,6269	4
Cable 11	36,62	2,8949	4
Cable 12	40,70	3,2174	4

Taula 18: Seccions cable quan comptador i ICP es troben a la vivenda.

La secció a utilitzar serà la obtinguda mitjançant el criteri d'escalfament ja que és més elevada que totes les obtingudes a través del criteri de caiguda de tensió.

$$\text{Secció} = 6\text{mm}^2$$

8.3.1.3.3. ICP I COMPTADOR CENTRALITZATS.

➤ Criteri d'escalfament.

Aquest criteri serà idèntic per a tots els pisos de l'edifici, al tindre una potència de 9.200W hi haurà una intensitat de 40A.

Per tant, segons la taula de Prysmian,

$$\text{Secció} = 6\text{mm}^2$$

➤ Criteri de caiguda de tensió.

Seccions:

	Longitud (m)	Secció obtinguda (mm ²)	Secció a utilitzar (Prysmian) (mm ²)
Cable 1	10	0,7905	1,5
Cable 2	10	0,7905	1,5
Cable 3	21,20	1,6759	2,5
Cable 4	21,20	1,6759	2,5
Cable 5	26,81	2,1194	2,5
Cable 6	26,81	2,1194	2,5
Cable 7	19,61	1,5502	2,5
Cable 8	19,61	1,5502	2,5
Cable 9	25,31	2,0008	2,5
Cable 10	25,31	2,0008	2,5
Cable 11	31,11	2,4593	2,5
Cable 12	31,11	2,4593	2,5

Taula 19: Seccions cable quan ICP i comptador estan centralitzats.

Utilitzarem la secció de 6mm^2 extreta del criteri d'escalfament.

$$\text{Secció} = 6\text{mm}^2$$

8.3.1.4. *Quan es tracti d'un subministrament col·lectiu existent de serveis d'aparcament.*

En aquesta darrera opció en la que s'ha d'aprofitar el subministrament ja existent el que s'haurà de fer es augmentar a potència contractada.

Trobarem que amb cada fase alimentem 2 dispositius, els hem agrupat en: el dispositiu 1 i el 2 amb una fase, el 3 i el 4 amb una altre i finalment el 5 i el 6 amb la fase restant.

La potència actual de l'edifici serà:

$$P_T = \left(\frac{12 \cdot 5.750 + 6 \cdot 7.360}{18} \right) \cdot 13,7 = 86.128W$$

➤ Criteri d'escalfament cable principal.

Cada dispositiu esta constituït per dos endolls de 230V i 16A, es a dir, un total de 12 endolls per tant, el cable principal que anirà al pàrking tindrà una intensitat de 192A

Al tindre una potència tan elevada la instal·lació haurà de ser trifàsica.

Segons la taula de Prysmian,

$$185 < I < 224$$

Per tant,

La secció a utilitzar és la de 95mm^2 .

$$\text{Secció} = 95\text{mm}^2$$

- Criteri d'escalfament sub-cables.

Es tracta d'una línia trifàsica, per tant, utilitzarem només una fase per a cada dos dispositius per tal que sigui monofàsic, cada fase tindrà 64A.

Segons R.E.B.T. en instal·lacions de corrent monofàsiques del tipus 2 amb aïllament de XLPE, la secció serà de 16mm^2 .

$$\text{Secció} = 16\text{mm}^2$$

- Criteri de caiguda de tensió.

Seccions:

	Longitud (m)	Secció obtinguda (mm^2)	Secció a utilitzar (Prysmian) (mm^2)
Cable principal	7	2,6561	4
Divisions del cable			
L1	14,20	1,796	2,5
L2	19,81	2,5056	4
L3	24,11	3,0495	4

Taula 20: Seccions cables quan es tracta subministrament col·lectiu de serveis d'aparcament.

En tots els casos ja es tracti del cable principal com de les seves divisions utilitzarem la secció obtinguda segons el criteri d'escalfament i menysprearem els resultats aconseguits mitjançant el criteri de la caiguda de tensió.

Aleshores,

$$\text{Secció principal} = 95\text{mm}^2$$

$$\text{Secció divisions} = 16\text{mm}^2$$

8.4. Comparativa de les opcions.

8.4.1. Nou subministrament individual.

Aquesta opció ens proporciona una sèrie d'avantatges:

- És independent del subministra compartit.
- Al no compartir subministra la facturació i el cobrament ho realitza l'empresa comercialitzadora.
- Llibertat d'elecció d'oferta i de companya comercialitzadora.
- Costos d'extensió de la xarxa individualitzats.
- Permet la implantació de tarifes específiques adequades per a VE.

I també uns desavantatges:

- Incompliment de la R.E.B.T per doble subministrament en un local o instal·lació.
- Es necessari espai per la centralització de comptadors.

Per realitzar aquest tipus d'instal·lació s'haurà de tindre en compte que els vehicles necessiten una potència de 3.680W cada un. Al estar disposats un carregador per cada dos VE fa una potència de 7.360W, per tant, cada parella de vehicles requerirà augmentar 7.360W la potència contractada per l'edifici.

Al utilitzar tanta potència entendrem cada dispositiu com si es tractes d'una vivenda.

El cost de la instal·lació serà:

En aquest cas el diàmetre del cable escollit ha de ser de 6mm^2 monofàsic com hem trobat prèviament més el preu del lloguer dels comptadors.

	Longitud (m)	Preu (€)
Cable 1	10	73,52
Cable 2	21,20	155,86
Cable 3	26,81	197,11
Cable 4	19,61	144,17
Cable 5	25,31	186,08
Cable 6	31,11	228,72
TOTAL		985,5

Taula 21: Cost instal·lació per un nou subministrament individual.

Disposarem de 6 comptadors monofàsics amb discriminació horària, només es carregaran els VE en hores vall. El lloguer de cada comptador es d'un euro al mes.

Cada línia disposarà d'un ICP de 32A de 6€. I també d'un IGA de 32A de 54€.

La inversió inicial a realitzar per habilitar el pàrking per la recarrega de VE és de 1345,5€, es a dir, 113€ per persona.

Es a dir, s'haurà de fer una inversió inicial de 1345,5€ (113€ per vivenda), i cada 2 mesos pagar la factura de la llum de la vivenda més la del vehicle.

Per tant, cada veí farà una inversió de 113€ i pagarà bimensualment l'energia consumida pel VE, es a dir d'un 114€ aproximadament i l'energia utilitzada en la vivenda d' aproximadament 53,265€.

8.4.2. Nou subministrament col·lectiu per VE.

Aquesta opció ens proporciona una sèrie d'avantatges:

- Només requereix espai per un únic comptador per VE.
- No té implicacions per l'ús del subministrament comunitari de serveis comuns.
- Permet la implantació de tarifes específiques adequades per a VE.

I també uns desavantatges:

- Incompliment de la R.E.B.T per doble subministrament en un local o instal·lació.
- Es necessari gestionar els consums i la repercussió dels costos als diferents usuaris de VE.
- Limita la llibertat d'elecció d'oferta i companyia comercialitzadora.

Per realitzar aquest tipus d'instal·lació s'haurà de tindre en compte que els vehicles necessiten una potència de 3.680W cada un. Al estar disposats un carregador per cada dos VE fa una potència de 7.360W, per tant, cada parella de vehicles requerirà augmentar 7.360W la potència contractada per l'edifici.

Al utilitzar tanta potència entendrem cada dispositiu com si es tractes d'una vivenda.

El cost d'aquesta instal·lació serà:

En aquest cas el diàmetre del cable escollit ha de ser de 95mm^2 monofàsic els primers 7m, i a partir d'aquí utilitzarem cable de 16mm^2 com hem trobat prèviament, més el preu del lloguer dels comptadors.

	Longitud (m)	Preu (€)
Cable principal	7	321,804
Divisions del cable		
L 1	14,20	270,51
L 2	19,81	377,38
L 3	24,11	459,29
TOTAL		1.428,984

Taula 22: Preu instal·lació d'un nou subministrament col·lectiu.

La inversió inicial a realitzar és de 1.428,984€ en cable, més el lloguer del comptador més el preu dels ICP's.

Disposem d'un comptador monofàsic amb discriminació horària, només carrega en hores vall.

S'haurà d'instal·lar un ICP al principi de la línia trifàsica de,

$$ICP = \frac{Potència}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{44.160}{\sqrt{3} \cdot 400} = 63A$$

Es a dir, disposarem un ICP trifàsic de 63A. I també necessitarem un ICP monofàsic per a cada fase, per una potència de 13.248W requerirem un ICP de 63A.

També disposarem d'un IGA trifàsic de 63A de 235€. I un IGA monofàsic de 63A per cada fase de 77€

Per tant, necessitarem un total de un ICP trifàsic de 63A costa 161,64€ i de 3 ICP monofàsics de 63A costen 42€.

El cost total és de 2.182,62€, ò el que és el mateix 182€ per habitatge.

Per tant, cada veí farà una inversió de 182€ i pagarà bimensualment l'energia consumida pel VE, es a dir d'un 114€ aproximadament i l'energia utilitzada en la vivenda d' aproximadament 53,265€.

8.4.3. Subministrament existent individual en vivenda.

Aquesta opció ens proporciona una sèrie d'avantatges:

- No requereix donar d'alta cap nou subministrament ni reserva d'espai per comptadors.
- Evita la doble contractació de potència fomentant l'ús de potència ociosa nocturna i fomenta l'ús de tarifes de discriminació horària.

I també uns desavantatges:

- Incompliment de la R.E.B.T per doble subministrament en un local o instal·lació.
- No cobreix el cas d'aparcament ubicat en un edifici diferent al de la vivenda.
- La instal·lació pot resultar inviable en casos amb el comptador a la vivenda i la dificultat d'augmentar el cablejat fins l'aparcament.
- No permet la implantació de tarifes específiques adequades per VE.

En aquests casos s'haurà d'augmentar la potència contractada de la vivenda ja que utilitzarem el mateix comptador i el mateix ICP.

En els següents tres casos no tindrem en compte el lloguer del comptador ja que no suposaria un extra com en els altres casos sinó que utilitzarem el mateix comptador que per la vivenda.

En els tres casos següents observem que haurem d'augmentar la potència contractada per la vivenda, es a dir, si abans tenien una electrificació bàsica a partir d'ara necessitaran electrificació elevada de 9.200W, per tant, en els tres casos s'haurà de canviar l' ICP existent per un de 25A per un de 40A i el mateix en el cas dels IGA.

8.4.3.1. ICP a la vivenda i comptador centralitzat.

El cost d'aquesta instal·lació serà:

En aquest cas el diàmetre del cable escollit ha de ser de 6mm^2 monofàsic com hem trobat prèviament, a més en aquest cas no haurem de llogar més comptadors.

	Longitud (m)	Preu (€)
Cable 1	40,01	294,15
Cable 2	46,17	339,44
Cable 3	52,52	386,12
Cable 4	60,56	445,23
Cable 5	50,22	369,21
Cable 6	55,55	408,40
Cable 7	44,33	325,91
Cable 8	52,49	385,90
Cable 9	34,515	253,75
Cable 10	40,65	298,85
Cable 11	41,63	306,06
Cable 12	49,79	366,05
TOTAL		4.179,07

Taula 23: Cost instal·lació quan ICP està a la vivenda i el comptador centralitzat.

La inversió inicial a realitzar és de 4.179,07€, ò 350€ per domicili.

Més el cost dels ICP i IGA nous, cada ICP costa 26€ i cada IGA 50€.

Per tant, costarà un total de 5.091,07€, cada veí farà una inversió de 425€ i pagarà bimensualment l'energia consumida pel VE i l'energia utilitzada en la vivenda d'aproximadament 162,191€.

8.4.3.2. Comptador i ICP a la vivenda.

El cost d'aquesta instal·lació serà:

En aquest cas el diàmetre del cable escollit ha de ser de 6mm^2 monofàsic com hem trobat prèviament, no s'hauran de llogar comptadors ja que utilitzarem els de la vivenda.

	Longitud (m)	Preu (€)
Cable 1	26,255	193,03
Cable 2	29,35	215,78
Cable 3	38,11	280,18
Cable 4	42,13	309,74
Cable 5	39,765	292,35
Cable 6	42,03	309,00
Cable 7	33,22	244,23
Cable 8	37,30	274,23
Cable 9	30,165	221,77
Cable 10	33,23	244,31
Cable 11	36,62	269,23
Cable 12	40,70	299,23
TOTAL		3.755,17

Taula 24: Cost instal·lació quan el comptador i ICP estan a la vivenda.

La inversió inicial a realitzar és de 3.755,17€.

Més el cost dels ICP i IGA nous, cada ICP costa 26€ i cada IGA 50€.

Per tant, cada veí farà una inversió de 389€ i pagarà bimensualment l'energia consumida pel VE i l'energia utilitzada en la vivenda d' aproximadament 162,191€.

8.4.3.3. Comptador i ICP centralitzats.

El cost d'aquesta instal·lació serà:

En aquest cas el diàmetre del cable escollit ha de ser de 6mm^2 monofàsic els primers com hem trobat prèviament, no llogarem comptadors nous.

	Longitud (m)	Preu (€)
Cable 1	10	73,52
Cable 2	10	73,52
Cable 3	21,20	155,86
Cable 4	21,20	155,86
Cable 5	26,81	197,11
Cable 6	26,81	197,11
Cable 7	19,61	144,17
Cable 8	19,61	144,17
Cable 9	25,31	186,07
Cable 10	25,31	186,07
Cable 11	31,11	220,72
Cable 12	31,11	220,72
TOTAL		1.954,9

Taula 25: Cost instal·lació quan el comptador i ICP estan centralitzats.

La inversió inicial a realitzar és de 1.954,9€.

Més el cost dels ICP i IGA nous, cada ICP costa 26€ i cada IGA 50€.

Per tant, cada veí farà una inversió de 234€ i pagarà bimensualment l'energia consumida pel VE i l'energia utilitzada en la vivenda d' aproximadament 162,191€.

8.4.4. Subministrament existent col·lectiu de serveis d'aparcament.

Aquesta opció ens proporciona una sèrie d'avantatges:

- No requereix donar-se d'alta d'un nou subministrament ni reservar espai pels comptadors.

I també uns desavantatges:

- Utilització del subministrament existent de la comunitat per l'aparcament, la comunitat podria denegar l'accés.
- Complexitat en la repercussió dels consums que poden implicar canvis de tarifa per ampliació de potència.
- Es necessari gestionar els consums i la repercussió de costos als usuaris de VE.
- No permet la implantació de tarifes específiques adequades per a VE.

Per realitzar aquest tipus d'instal·lació s'haurà de tindre en compte que els vehicles necessiten una potència de 3.680W cada un. Al estar disposats un carregador per cada dos VE fa una potència de 7.360W, per tant, cada parella de vehicles requerirà augmentar 7.360W la potència contractada per l'edifici.

Al utilitzar tanta potència entendrem cada dispositiu com si es tractes d'una vivenda.

El cost d'aquesta instal·lació serà:

En aquest cas el diàmetre del cable escollit ha de ser de 95mm^2 monofàsic els primers 7m, i a partir d'aquí utilitzarem cable de 16mm^2 com hem trobat prèviament, més el preu del lloguer dels comptadors.

	Longitud (m)	Preu (€)
Cable principal	7	321,804
Divisions del cable		
L 1	14,20	270,51
L 2	19,81	377,38
L 3	24,11	459,29
TOTAL		1.428,984

Taula 26: Cost instal·lació quan utilitzen els serveis d'aparcament col·lectius.

La inversió inicial a realitzar és de 1.428,984€ en cable, més el lloguer del comptador més el preu dels ICP's.

El cost total és de 1.717,62€

Disposem d'un comptador monofàsic amb discriminació horària, només carrega en hores vall.

S'haurà d'instal·lar un ICP al principi de la línia trifàsica de,

$$ICP = \frac{Potència}{\sqrt{3} \cdot V} = \frac{44.160}{\sqrt{3} \cdot 400} = 63A$$

Equació 5: Formula per calcular ICP trifàsic.

Es a dir, disposarem un ICP trifàsic de 63A. I també necessitarem un ICP monofàsic per a cada fase, per una potència de 13.248W requerirem un ICP de 63A.

També disposarem d'un IGA trifàsic de 235€. I un IGA monofàsic per cada fase de 77€

Per tant necessitarem un total de un ICP trifàsic de 63A costa 161,64€ i de 3 ICP monofàsics de 63A costen 42€.

Per tant necessitem un total de un ICP trifàsic de 63A costa 161,64€ i de 3 ICP monofàsics de 63A costen 42€.

El cost total és de 2.182,984€, ò el que és el mateix 182€ per habitatge.

Per tant, cada veí farà una inversió de 144€ i pagarà bimensualment l'energia consumida pel VE, es a dir d'un 114€ aproximadament i l'energia utilitzada en la vivenda d' aproximadament 53,265€.

Partint de la premissa que la R.E.B.T únicament contempla l' utilització del subministrament existent col·lectiu de serveis d'aparcament, hem volgut fer la comparativa per tal de buscar si existeix una alternativa millor econòmicament parlant, que hagi de modificar el mínim possible la instal·lació ja existent i que faciliti les coses (pagaments, tarifes, línies, factures...) als usuaris dels dispositius de càrrega.

Per tal de calcular la factura bimensual, s'han utilitzat les següents equacions:

Si tenim en compte que tots els VE necessitaran una mitja de 7 hores per estar totalment carregats i que els carregarem diàriament.

Potència consumida diàriament:

$$Potència\ cons\ dia = n^o\ hores \cdot Pendoll$$

Equació 6: Formula per calcular la potència consumida diàriament.

Potència consumida mensualment:

$$Potència\ cons\ mes = Pdia \cdot n^o\ dies$$

Equació 7: Formula per calcular la potència consumida mensualment.



Sabent que el preu del kW en hores vall és de 0,060976€ i que el pagament es realitza cada 2 mesos, el preu bimensual serà:

$$Cost = 2 \cdot Pmes \cdot Preu kW + Lloguer comptador$$

Equació 8: Formula per calcular el cost de la recàrrega d'un VE durant 2 mesos.

Més l' IVA del 18%

Un cop tenim el consum dels VE s'ha de sumar el consum de la vivenda:

Tenint en compte que el preu del kW és 0,143829€/kWh sense discriminació horària. I que una vivenda consumeix 150kW/mes.

$$Cost vivenda = 2 \cdot Pmes \cdot PreukW + Lloguer cont$$

Equació 9: Formula per trobar la potència consumida per una vivenda en 2 mesos.

Amb IVA(18%)

La suma de les dues factures és el que pagarà l'usuari del vehicle elèctric.

En la següent taula es pot comprovar el preu que hauria de pagar cada veí en cada una de les instal·lacions possibles, en cas que es duguin a terme, i el que pagaria bimensualment entre la vivenda i el VE.

	Cost instal·lació (€)	Cost per vivenda (€)	Factura bimensual	Nivell modificació
Subministrament individual	1.345,5	113	170,835	Mig
Subministrament col·lectiu per VE	2.183,624	182	167	Baix
ICP a la vivenda i comptador centralitzat	5.091	425	301,5	Alt
Comptador i ICP a la vivenda	4.667,17	389	301,5	Alt
Comptador i ICP centralitzats	2.866,9	239	301,5	Baix
Subministrament dels serveis d'aparcament	2.182,98	182	301,5	Baix

Taula 27: Comparativa de les 6 possibilitats.

A l'hora de fer la comparativa dels preus no s'ha tingut en compte el preu de la mà d'obra ni de les reformes no elèctriques que hagi sofert l'edifici.

Podem observar que la opció que la R.E.B.T contempla no és la pitjor, però en trobem de millors.

S'ha de tindre en compte que gràcies al prepagament mitjançant targeta el nivell de comoditat de totes les opcions és bastant alt, així que serà la variable en la que menys ens fixarem.

Inicialment descartaríem la opció de ICP a la vivenda i el comptador centralitzat, el cas de comptador i ICP a la vivenda i també el cas de ICP i comptador centralitzat ja que per dur a terme aquestes dues opcions s'ha de modificar tot el subministrament de l'edifici i l'aparcament, com també s'haurà de modificar la potència contractada per la vivenda, i, a més són les opcions que surten per un preu pel preu més elevat.

La opció d'un nou subministrament individual és, de les millors opcions, degut a que és econòmicament viable (el preu no és gaire elevat) i les gestions són molt fàcils de portar a cap, l'únic problema que té és que requereix espai per a situar el nous comptadors ja que aquests estaran centralitzats.

El nou subministrament col·lectiu per VE i el subministrament existent col·lectiu de serveis d'aparcament són opcions molt similars en les que no requereix modificar el subministrament de l'edifici sinó que únicament modifica l'aparcament, la problemàtica que tenen és, no en el nostre cas, la dificultat de pagament, l'oposició dels veïns o la dificultat de l'energia consumida.

Finalment ens hem decidit per un nou subministrament individual, és una la millor opció ja sigui econòmicament parlant, com en el nivell de modificació baix de la xarxa existent i també en la facilitat de fer les gestions.

8.5. Selecció de la millor opció.

Per tant, la millor opció és un nou subministrament individual.

S'ha escollit un nou subministrament individual com a millor opció perquè, és de les opcions més barates econòmicament parlant, degut a que l'únic que s'hauria de fer seria una nova instal·lació elèctrica on les longituds dels cables conductors serien inferiors a les longituds de cable de les altres alternatives comparades, es a dir, com més curts siguin els cables més econòmics són, s'ha tingut en compte també que d'aquesta manera no es modificaria la instal·lació ja existent en l'edifici, per tant, els costos referents a la mà d'obra seran molt més baixos.

Tampoc s'haurà d'augmentar la potència contractada per les vivendes, únicament s'ha de contractar un nou subministrament.

Al estar els comptadors centralitzats, en el nostre cas a la planta baixa, la distància entre el comptador i el dispositiu de càrrega és més petita, per tant, la caiguda de tensió és inferior fet pel qual tindrem menys pèrdues.

Amb aquest tipus d'instal·lació al tractar-se d'un subministrament independent la facturació i cobrament es realitzaria com si es tractes d'una factura més.

Finalment aquesta opció permet que ens acollim a determinades tarifes específiques per VE, fet pel que, al carregar el vehicle durant la nit, es a dir, en hores vall o súper vall el preu del kW és inferior que el cost de carregar-lo en hores punta, per tant els costos de recàrrega seran relativament baixos.

8.6. En comparació amb un vehicle MCI.

Volem demostrar si realment és una opció de futur i que és molt més rentable si més no al llarg del temps que els vehicles amb MCI.

Per tal de realitzar aquesta comparativa, s'ha escollit un cotxe amb MCI que consumeixi poc com és el cas del Citroën C1 com a representant de vehicle que consumeix gasolina i el Volkswagen Polo 1.4 TDI Bluemotion com a defensor de vehicles que consumeixen diesel.

Suposant, que a Catalunya cada habitant recorre un promig de 60km per anar a treballar contant anada i tornada, tot i que lo habitual es fer-ne entre 20 i 80.

Sabent que el preu més barat al que trobem la Gasolina és de 1,427€/litre i el Diesel a 1,369€/litre.

El Volkswagen Polo 1.4 TDI Bluemotion consumeix 3,9litres/100km i emet 102g/km de CO₂, i el Citroën C1 consumeix 4,6litres/100km i emet 109g/km de CO₂.

Aquests dos vehicles amb MCI esmentats prèviament els compararem amb un VE de poca autonomia com és el cas del Chevrolet Volt que disposa d'una autonomia d'aproximadament 60km.

Aleshores,

➤ Vehicle que funciona amb Diesel:

Consumeix 2,34 litres en 60 km, es a dir, li costa 3,204€ recórrer 60km.

I emet 6.120g de CO₂ diàriament a l'atmosfera.

- Vehicle que funciona amb gasolina:

Consumeix 2,76litres en 60km, per tant, recórrer 60km li costa 3,94€.

I emet 6.540g de CO₂ al dia a l'atmosfera.

Mentre que un vehicle elèctric per recórrer 60 km consumirà uns 19,136kW que en euros seria 1,296€/dia ja que en el nostre cas la recarrega es realitza en hores vall i amb una tarifa amb discriminació horària on el preu del kW és de 0,067697€/kW.

Això ens mostra que bimensualment amb un VE estalviaríem:

Les recarregues del vehicle elèctric durant dos mesos costaran 77,76€.

La del vehicle Diesel 140,4€, i la del Gasolina 236,4€.

Per tant, podem observar que, en el cas del Diesel el VE estalvia bimensualment 62,64€ i en el cas del Gasolina 158,64€.

En quan temps recuperariem la inversió inicial realitzada per preparar el pàrking per carregar aquests tipus de vehicles ?

- Nou subministrament individual.

En cas que el vehicle que es tenia prèviament fos un vehicle de gasolina.

En cas de realitzar aquest tipus d'instal·lació ens sortiria rentable a partir dels 2 mesos i 12 dies

En cas que s'hagués tingut un vehicle Diesel, trigariem a fer rentable la instal·lació 3 mesos i 18 dies.

- Nou subministrament col·lectiu per VE.

En cas de realitzar aquest tipus d'instal·lació ens sortiria rentable a partir dels 2 mesos i 8 dies

En cas que s'hagués tingut un vehicle Diesel, trigarem 5 mesos i 24 dies a recuperar la inversió inicial.

- ICP a la vivenda i comptador centralitzat.

En cas de realitzar aquest tipus d'instal·lació ens sortiria rentable a partir dels 5 mesos i 10 dies en cas que el cotxe que teníem abans de fer el canvi al vehicle elèctric fos un cotxe de Gasolina.

En cas que s'hagués tingut un vehicle Diesel, es trigarà a recuperar la inversió 13 mesos i 17 dies.

- Comptador i ICP a la vivenda.

En cas de realitzar aquest tipus d'instal·lació ens sortiria rentable a partir dels 4 mesos i 27 dies en cas que el cotxe que teníem abans de fer el canvi al vehicle elèctric fos un cotxe de Gasolina.

En cas que s'hagués tingut un vehicle Diesel, recuperarem la inversió en 12 mesos i 12 dies.

- Comptador i ICP centralitzats.

En cas de realitzar aquest tipus d'instal·lació ens sortiria rentable a partir dels 2 mesos i 28 dies en cas que el cotxe que teníem abans de fer el canvi al vehicle elèctric fos un cotxe de Gasolina.

En cas que s'hagués tingut un vehicle Diesel, es a dir, recuperarem la inversió als 7 mesos i 14 dies.

- Subministrament dels serveis existents d'aparcament.

En cas de realitzar aquest tipus d'instal·lació ens sortiria rentable a partir dels 2 mesos i 8 dies en cas que el cotxe que teníem abans de fer el canvi al vehicle elèctric fos un cotxe de Gasolina.

En cas que s'hagués tingut un vehicle Diesel, recuperarem la inversió en 5 mesos i 24 dies.

Els càlculs justificatius els trobarem a l'Annex A.

Es pot observar que, en qualsevol de les instal·lacions en poc temps ens sortiria rentable la inversió realitzada inicialment.

9. PLEC DE CONDICIONS.

9.1. Normativa a tenir en compte.

ITC-BT-25.→ Instal·lacions interiors en vivendes. Nombre de circuits i característiques.

ITC-BT-26.→ Instal·lacions interiors en vivendes. Prescripcions generals de instal·lació.

ITC-BT-28.→ Instal·lacions en locals de pública concurrència.

ITC-BT-29.→ Prescripcions particulars per les instal·lacions elèctriques dels locals amb risc d'incendi i explosió.

ITC-BT-43.→ Instal·lacions de receptors. Prescripcions generals.

ITC-BT-51.→ Instal·lacions de sistemes d'automatització, gestió tècnica de l'energia i seguretat per vivendes i edificis.

ITC-BT-52→ Infraestructura para la recarrega de VE.

La Llei 19/2009, de 23 de novembre, de mesures de foment i agilització processal del lloguer i de l'eficiència energètica dels edificis.

Article 3. Modificació de la Llei 49/1960, del 21 de juliol, de Propietat Horitzontal.

El RD 842/2002, del 2 d'agost, pel que s'aprova el Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió.

Article 10. Tipus de subministrament.

ITC-BT-16 Instal·lacions d'enllaç. Comptadors: Ubicació i sistemes d'instal·lació.

10. MANTENIMENT DE LA INSTAL·LACIÓ.

Es realitzarà el manteniment habitual al que estan sotmeses les instal·lacions elèctriques.

Diferenciarem el manteniment realitzat per l'usuari i el manteniment realitzat per un professional.

10.1. Manteniment per l'usuari.

Cada tres mesos es farà una inspecció visual de mecanismes interiors per la possible detecció d'anomalies visibles i en cas que en trobessin avisar a un professional.

Cada any es farà la comprovació del correcte funcionament de l'interruptor diferencial del quadre general de distribució de la vivenda, la comprovació del correcte funcionament dels interruptors magneto tèrmics, la inspecció visual per comprovar el bon estat dels endolls, i finalment, es farà una neteja superficial dels endolls.

Cada cinc anys es farà una neteja superficial de les clavilles, receptors elèctrics i dels mecanismes.

10.2. Manteniment per professional.

Cada any es comprovarà el funcionament de tots els interruptors del quadre i protecció.

Cada dos anys es farà una revisió general comprovant l'estat del quadre, proteccions i connexions, comprovació visual de l'estat de l'interruptor de tall i dels fusibles de protecció, i la verificació de l'estat de conservació de les bases d'endolls de la instal·lació, reparant els defectes trobats.

Cada cinc anys es comprovaran els dispositius de protecció contra curt circuits, contactes directes i indirectes, així com les seves intensitats nominals en relació a la secció dels conductors que protegeixen, reparant els defectes trobats, i la revisió de la rigidesa dielèctrica entre els conductors.

Cada 10 anys es realitzarà una revisió general de la instal·lació.

11. PRESSUPOST.

El present pressupost té en compte els costos del material i els seus corresponent impostos. No obstant, no contempla els honoraris de la enginyeria o de l'enginyer responsable de la redacció del projecte.

El pressupost calculat és provisional i aproximat. Es deixa un marge d'un 10% per possibles imprevistos durant la tramitació i execució de la instal·lació.

Cable elèctric	985,5€
ICP	6€
Hi haurà 6 ICP	36€
Comptador	1€
Hi haurà 6 comptadors	6€
IGA	54€
Hi ha 6 IGA	324€
SUBTOTAL	1.351€
13% Despeses generals d'empresa sobre 1.351	175,63€
6% Benefici sobre 1.351	81,06€
TOTAL	1.607,7€
18% IVA sobre 1.607,7	289,386€
TOTAL	1.897,86€

Aquest pressupost per execució puja a la quantitat de :

(MIL VUIT-CENTS NORANTA-SET AMB VUITANTA-SIS CÈNTIMS)

12. PROBLEMÀTICA, CONCLUSIONS I PROPOSTES.

12.1. Problemàtica.

El vehicle elèctric pot arribar a ser una possibilitat real de transport sostenible, tot i que, actualment encara no ho es, degut a que s'han de millorar les tecnologies dels elements i materials que formen el cotxe elèctric, com també s'han de millorar tots els aspectes que envolten aquest tipus de vehicles.

Actualment, hem pogut observar que els preus de mercat dels VE són molt superiors als vehicles amb MCI, que els vehicles elèctrics no disposen de l'equivalent a una gasolinera el que serien "electrolineres" on anar a carregar el vehicle ràpidament per disposar d'energia instantània. A més en cas que existissin aquest tipus d'estacions de servei requereixen una potència massa elevada per aconseguir carregar el cotxe en poc temps. Creiem que una opció vàlida de futur seria el canvi de bateries, però, ens trobem que per tal que això fos possible, en les estacions de servei on es portes a terme el canvi de bateries hauria de disposar d'un "stock" molt gran de bateries diverses.

Un altre problema amb el que ens hem trobat és que la xarxa de distribució no podria aguantar als cotxe elèctrics, a menys que es carreguessin durant les nits i amb gestió intel·ligent, ja que si no fos així es necessitaria molta potència de la qual no es disposaria.

Finalment, trobem que a l'hora de realitzar una instal·lació per carregar VE en cas que es resideixi en una vivenda unifamiliar no hi ha problema, però si es viu en un edifici plurifamiliar és molt complex aconseguir la integració del VE, ja que, inicialment la R.E.B.T. de les sis possibles opcions que hem comparat només permet realitzar-ne una. I posteriorment el problema de modificar la instal·lació elèctrica d'un edifici no resideix únicament en l'usuari de VE sinó que tots els veïns han d'acceptar aquesta modificació.

12.2. Conclusions.

Al realitzar aquest projecte he après com es realitzen les instal·lacions en pàrkings i instal·lacions per a VE, i també la gran quantitat d'informació que s'ha de tindre en compte a l'hora de seleccionar el més adient per satisfer a l'usuari.

Com també la importància que té que la societat agafi consciència del problema on ens trobem actualment, i la necessitat de treballar amb harmonia amb la xarxa de distribució, no fer excessos en hores punta ó en el nostre cas utilitzar la potència en hores vall i amb potències baixes.

Durant la realització d'aquest projecte hem pogut observar que actualment el VE no es tracta d'una alternativa de transport sostenible, tot i que, pot arribar a ser-ho en el futur.

Podem afirmar que el VE seria útil per reduir la contaminació, que actualment es troba en un punt crític, ja que té unes emissions molt més baixes que els vehicles que funcionen amb combustibles derivats del petroli, que afavoriria la implantació de més energies renovables per tal de cobrir la demanda energètica que es tindria en cas que tot el parc automobilístic fossin VE.

S'ha vist que les autonomies dels VE són suficientment grans com per ser utilitzats diàriament i que la inversió en un cotxe elèctric i el cost de la instal·lació de recàrrega d'aquest es veuria recuperada en un temps relativament curt.

Hem mostrat que al carregar-ho en període nocturn (hores vall) mitjançant gestió intel·ligent és útil fins i tot per la xarxa de distribució, ja que d'aquesta manera s'igualaria la corba de demanda entre hores vall i punta.

També hem vist com una recàrrega de bateria d'un vehicle elèctric és més econòmica que la d'un vehicle amb MCI.

Finalment hem comprovat que la R.E.B.T. no accepta com a vàlides la opció que nosaltres hem trobat com a millor per la recàrrega de VE en vivendes plurifamiliars.

12.3. Propostes.

Hem pensat com algunes idees bones per a la implantació del vehicle elèctric serien, per tal que les “electrolineres” puguin arribar a ser una realitat, es creu que on en comptes de carregar la bateria del vehicle en poc temps s’hauria de realitzar el canvi de bateries, però, per que això pugui passar els fabricants hauria d’estandarditzar un únic model de bateries d’aquesta manera no requeririen un “stock” tant gran, també es podria posar en comú un sol tipus de recàrrega i un únic model de cable per realitzar la recàrrega.

També es podria realitzar una modificació de la R.E.B.T per tal de que cada vivenda seleccioni la opció més idònia per a ells.

13. BIBLIOGRAFIA.

Manuals

- [1] Reglament Electrotècnic de Baixa Tensió.
- [2] Guia Vademècum per instal·lacions d'enllaç.

Llibres

- [3] Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles. "Fundamentals, Theory, and Design". Mehrdad Ehsani, Yimin Gao, Sebastien E. Gay, Ali Emadi.
- [4] Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles. "Fundamentals, Theory, and Design" Second Edition. Mehrdad Ehsani, Yimin Gao, Sebastien E. Gay, Ali Emadi.
- [5] ELECTRIC and HYBRID VEHICLES. "Design Fundamentals". Iqbal Husain.
- [6] EL VEHÍCULO ELÉCTRICO. "Tecnología, desarrollo y perspectivas de futuro". José Fulla, Francisco Trinidad López, Juan Carlos Amasorrain Zabala, Mikel Sanzberro Iriarte.

Recursos xarxa consultats

Les pàgines web mostrades a continuació s'han visitat durant la realització del projecte.

- [7] www.circutor.es
- [8] www.schneiderelectric.es
- [9] www.clustereficiencia.org
- [10] www.circontrol.com
- [11] www.endesavehiculoelectrico.com
- [12] www.unesa.net
- [13] www.idae.es



[14] www.ree.es

[15] www.catedraetm.es

[16] www.endesavehiculoelectrico.com

[17] www.movele.es

[18] www.evwind.com

Apunts d'assignatures cursades durant la carrera

[19] Vehicles híbrids i elèctrics (VEHI)

[20] Instal·lacions elèctriques (INEL)



ANNEX A CALCULS

ANNEX B CATÀLEG

ANNEX C DIALUX

ANNEX D PLÀNOLS